

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-356108

(P2000-356108A)

(43) 公開日 平成12年12月26日 (2000. 12. 26)

(51) Int.Cl.⁷

F 0 1 D 25/26

識別記号

F I

F 0 1 D 25/26

テーマコード(参考)

F

審査請求 未請求 請求項の数23 O L 外国語出願 (全 74 頁)

(21) 出願番号 特願2000-139500(P2000-139500)

(22) 出願日 平成12年5月12日(2000. 5. 12)

(31) 優先権主張番号 09/311642

(32) 優先日 平成11年5月14日(1999. 5. 14)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 390041542

ゼネラル・エレクトリック・カンパニ
GENERAL ELECTRIC CO
MPANYアメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタデイ、リバーロード、1 番

(72) 発明者 デビッド・リーチ

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカ
ユナ、クノルスビュー・ドライブ、2333番

(74) 代理人 100093908

弁理士 松本 研一

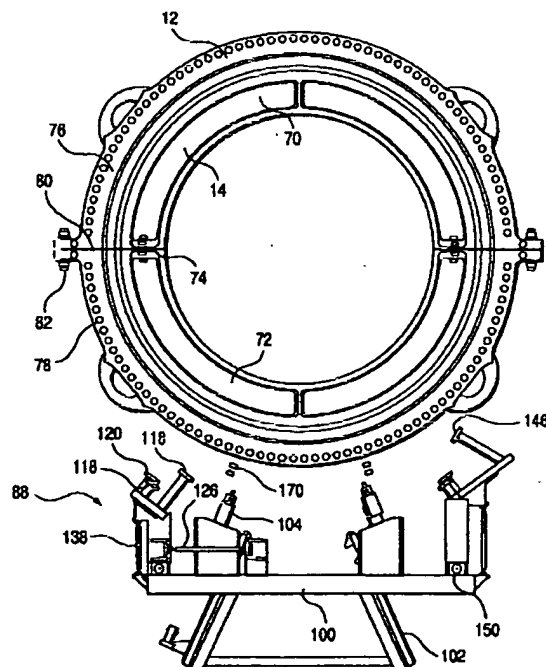
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内側タービンシェルセクションを外側タービンシェルセクションに対して設置、取り外し、調整する装置および方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 内側シェルセクションを外側シェルに対して設置したり取り外したりする、また設置時に内側シェルを外側シェルに対して心合わせする方法の提供。

【解決手段】 内側シェルセクションおよびロータへのアクセスを可能にするためタービンを分解するには、心合わせ取付具88を下部外側シェルセクション78に固定し、ピン104を内側シェルセクションに係合させる。タービンを分解するために、内側シェルの重量を心合わせ取付具88およびクレードルピン104を介して下部外側シェルセクションに移す。ローラアセンブリを、支持ピンを抜くことで空になったアクセス開口を通して挿入し、分解および組立時に、下部内側シェルセクションを回転して下部外側シェルセクションに出し入れするのを可能にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 円弧状の内側シェル（14）および外側シェル（12）とこれらシェル内に配置され軸線を有するロータ（20）とを含むタービンにおいて、内側および外側シェルを互いに心合わせするにあたり、

（a）心合わせ取付具（88）を前記外側シェルから支持し、

（b）前記内側シェルを前記外側シェル内に前記心合わせ取付具により支持し、

（c）前記心合わせ取付具を外側シェルに対して調節することにより、内側シェルを外側シェルに対して調節する工程を備える、内側および外側シェルを互いに心合わせする方法。

【請求項2】 調節工程において、内側シェルを外側シェルに対してロータ軸線に直角な平面において移動する、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 調節工程において、内側シェルを外側シェルに対してロータ軸線に平行な方向に移動する、請求項1に記載の方法。

【請求項4】 調節工程において、内側シェルを外側シェルに対してロータ軸線に直角な軸線のまわりに移動する、請求項1に記載の方法。

【請求項5】 調節工程において、内側シェルを外側シェルに対してロータ軸線に直角な平面および平行な平面において移動する、請求項1に記載の方法。

【請求項6】 さらに、前記心合わせ取付具により保持された支持部材（104）を前記外側シェルの開口に挿通し、前記内側シェルに係合させて前記心合わせ取付具により内側シェルを支持する工程を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項7】 さらに、前記心合わせ取付具を前記外側シェルに固定する工程を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項8】 さらに、前記心合わせ取付具により保持された支持部材（104）を前記外側シェルの開口に挿通し、前記内側シェルに係合させて前記心合わせ取付具により内側シェルを支持する工程と、前記心合わせ取付具を前記外側シェルに固定する工程を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項9】 工程（c）の後、前記内側シェルの支持を前記心合わせ取付具から前記外側シェルに移す、請求項1に記載の方法。

【請求項10】 前記内側シェルおよび外側シェルそれぞれがロータ軸線のまわりにほぼ半円筒形の上部および下部シェルセクション（70、72および76、78）を備え、工程（a）で心合わせ取付具を前記下部外側シェルセクションから支持し、工程（b）で前記心合わせ取付具により前記内側シェルを前記外側シェル内に支持し、そして工程（c）で前記心合わせ取付具を下部外側シェルセクションに対して調節することにより、前記内側シェルを前記下部外側シェルセクションに対して調節

する、請求項1に記載の方法。

【請求項11】 内側シェル（14）および外側シェル（12）を有し、内側シェル（14）が外側シェル（12）内に外側シェルにより支持され、これらのシェルが内側シェル内の軸線を有するロータ（20）のまわりに同心であるタービンを分解するにあたり、

（a）取付具（88）を前記外側シェルに取り付け、

（b）前記取付具を前記外側シェルから支持し、

（c）前記外側シェルによる内側シェルの支持を前記取付具に移す工程を含む、タービンの分解方法。

【請求項12】 前記内側および外側シェルを相互連結する連結要素（54）により前記内側シェルを支持し、工程（c）で前記内側シェルの支持を前記連結要素から前記取付具に移し、これにより前記内側シェルを前記取付具のみによって支持し、前記取付具を前記外側シェルのみによって支持する、請求項11に記載の方法。

【請求項13】 軸線を有するロータ（20）と、このロータのまわりに同心に配置された1対の円弧状上部および下部外側シェルセクション（76、78）および1対の円弧状上部および下部内側シェルセクション（70、72）とを有するタービンを、ロータをタービンから取り外すことなく、分解するにあたり、

（a）上部外側シェルセクション（76）を取り外し、

（b）上部内側シェルセクション（70）を取り外し、

（c）取付具（88）を前記下部外側シェルセクションから支持し、

（d）前記下部内側シェルセクションの支持を前記下部外側シェルセクションから前記取付具に移し、

（e）工程（c）の後、複数のローラアセンブリ（180）を前記下部外側シェルセクション（78）に固定して前記下部内側シェルセクション（72）に係合させ、

（f）前記下部内側シェルセクションの支持を前記取付具から前記ローラアセンブリおよび下部外側シェルセクションに移し、

（g）前記下部内側シェルセクションをロータ軸線のまわりに、前記下部外側シェルセクションの上の位置まで回転し、

（h）工程（g）の後、前記下部内側シェルセクションを取り外す工程を含む、タービンの分解方法。

【請求項14】 内側および外側シェルセクションが最初互いに、内側および外側シェルセクション間に係合する円周方向に離間した連結要素（54）の配列により固定されており、

工程（a）および（b）の前に、前記上部外側シェルセクションおよび上部内側シェルセクション間に係合する連結要素をはずす工程を含み、

工程（c）の前に、前記下部外側シェルセクションおよび下部内側シェルセクション間に係合する連結要素の全部ではなく幾つかを取り外し、前記下部外側シェルにアクセス開口を残し、前記取付具により保持された支持部

材(104)を前記アクセス開口に挿入して前記下部内側シェルセクションに係合させ、下部内側シェルセクションを前記取付具により支持する工程を含む、請求項13に記載の方法。

【請求項15】 工程(e)の後、前記支持部材を前記アクセス開口を通しての前記下部内側シェルセクションとの支持係合から取り外し、追加のローラアセンブリを前記下部外側シェルセクションにまた前記アクセス開口内に固定して、前記下部内側シェルセクションと係合させる工程を含む、請求項14に記載の方法。

【請求項16】 工程(g)の前に、ダミー内側シェルセクション(190)を前記下部内側シェルセクションに固定し、前記下部内側シェルセクションおよび前記ダミーセクションをロータ軸線のまわりに回転して、前記下部内側シェルセクションを前記下部外側シェルセクションの上にかつダミーセクションを前記下部外側シェルセクション内に位置決めする工程を含む、請求項13に記載の方法。

【請求項17】 タービンを再組立する工程を含み、このタービン再組立工程は、前記下部内側シェルセクション(72)を前記外側シェルセクション(70)の上の位置で前記ダミーセクション(190)に固定し、前記ダミーセクションおよび下部内側シェルセクションを回転して、前記下部内側シェルセクションを前記下部外側シェルセクション内にかつ前記ダミーセクションを前記下部外側シェルセクションの上に位置決めし、前記ダミーセクションを取り外し、前記上部内側シェルセクションを前記下部内側シェルセクションに固定し、前記上部外側シェルセクションを前記下部外側シェルセクションに固定する工程を含む、請求項16に記載の方法。

【請求項18】 ロータ(20)のまわりに1対の上部および下部外側シェルセクション(76, 78)および1対の上部および下部内側シェルセクション(70, 72)を有するタービンを組み立てるにあたり、

(a) 取付具(88)を前記下部外側シェルセクションに取り付け、

(b) 前記取付具を前記下部外側シェルセクションから支持し、

(c) 前記下部内側シェルセクションを前記下部外側シェルセクション中に挿入し、

(d) 前記下部内側シェルセクションを前記下部外側シェルセクションから支持し、

(e) 前記下部内側シェルセクション内にロータ(20)を配置し、

(f) 前記上部内側シェルセクションを前記下部内側シェルセクションに固定し、

(g) 前記上部および下部内側シェルセクションからの支持を前記取付具から前記内側シェルセクションおよび前記外側シェルセクションを相互連結する要素に移す工程を含む、タービンの組立方法。

【請求項19】 工程(g)の前に、前記取付具を前記外側シェルセクションに対して調節することにより、前記内側シェルセクションを前記外側シェルセクションに対して調節する工程を含む、請求項18に記載の方法。

【請求項20】 軸線を有するロータ(20)のまわりに互いに固定された内側シェル(14)および外側シェル(12)を有するタービンの外側シェル(12)に固定するための心合わせ取付具において、

外側シェルに固定する1対の取付台(110, 112)と、可動性の支持部材(104)を有するフレーム(100)と、少なくとも1個の調節可能要素(138, 140, 152, 160, 162, 126)とを備え、前記支持部材(104)がフレーム(100)上で

(i) 外側シェルのアクセス開口を通過して内側シェルに係合し内側シェルをフレームから支持する支持位置と

(ii) 内側シェルから離間した非支持位置との間を可動であり、前記調節可能要素が前記フレームおよび前記取付台の少なくとも一つを相互連結し、前記支持部材が前記支持位置にあるとき、フレームの位置を外側シェルに対して軸線方向またはロータ軸線に直角な平面のいずれか一つにおいて調節し、これにより内側シェルを外側シェルに対して調節する心合わせ取付具。

【請求項21】 1対の要素(138, 160)が対応する前記取付台および前記フレームに連結され、これにより前記要素の一つの調節により前記フレームを移動させ、ロータ軸線に直角な平面において内側シェルを外側シェルに対して調節する、請求項20に記載の取付具。

【請求項22】 ロータ軸線を通る鉛直平面の片側で一方の要素(138)が片方の取付台および前記フレームに連結され、前記フレームの前記片方の要素とは反対側でもう一方の要素(160)が他方の取付台および前記フレームに連結され、これにより前記要素の一方の調節により前記フレームを移動させ、ロータ軸線に直角な平面において内側シェルを外側シェルに対して調節する、請求項20に記載の取付具。

【請求項23】 一つの要素(152)が外側シェルに対するフレームの位置を前記軸線方向にて調節し、別の要素(138, 126)が前記フレームおよび前記取付台の片方を相互連結して外側シェルに対するフレームの位置をロータ軸線に直角な平面において調節する、請求項20に記載の取付具。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の背景】この発明は、一般にガスタービンに関し、特に内側および外側タービンシェルセクションを有するガスタービンに関する。さらに詳しくは、本発明は、タービンの最初の組立時に内側シェルを外側シェルに対して設置し心合わせする装置および方法、ならびに現場でロータの構成部品およびシェルセクションのメン

テナンスおよび修理のために内側シェルを取り外し、また内側シェルを再設置する装置および方法に関する。

【0002】米国特許第5,779,442号に、内側および外側シェルを備えるガスタービンが開示されている。内側シェルは第1および第2段ノズルおよびシュラウドを保持し、一方外側シェルは内側シェルのための構造的支持ならびに追加の段のノズルおよびシュラウドの支持を行う。内側および外側シェルはそれぞれ、上部および下部半円筒形シェルセクションを互いに水平分割線に沿って接合した構成である。上記特許に説明されているように、第1および第2段のノズルは、これらのノズルに熱媒体を出し入れすることにより冷却される。

【0003】内側シェル内のロータを取り外さずに、タービンの高熱ガス流路の構成要素へのアクセスをとるには、上記特許では、冷却回路と関連した種々の配管や管継手を取り外し、下部外側シェルのアクセス開口を通してローラを挿入して内側シェルの重量をローラに移し、内側シェルを外側シェルに装着するピンをはずし、ついで上部外側シェルを取り外し、上部内側シェルセクションを取り外せるように露出する。上部内側シェルセクションを下部内側シェルセクションから水平分割線に沿って取り離す際に、ノズル、シュラウドおよび関連した配管を含む上部内側シェルセクションをタービンから取り外すことができ、ロータの下側セクションを露出する。つぎに、ダミー（疑似）シェルセクションを下部内側シェルセクションに分割線にて固定し、ダミーシェルおよび下部内側シェルセクションを180°回転して、内側シェルセクションを下部外側シェルセクションの上に配置する。この第2の内側シェルセクションを取り外すことにより、ロータを取り外すことなく、内側シェル全体をメンテナンスおよび修理のために取り外すことが可能である。

【0004】上記特許には、ロール（転動）取付具も開示されており、ロール取付具を下部外側シェルセクションの上に配置して、外側シェルに対する内側シェルの取り付け、取り外しを容易にする。この取付具にはウインチが装着され、これによりダミーシェルセクションおよび下部内側シェルセクションをロータ軸線のまわりに回転することができ、こうして下部シェルセクションの取り外しを容易にする。

【0005】さらに上記特許の考察から理解できるように、内側および外側シェルは、内側および外側シェルを相互連結するピンの円周方向配列の軸線方向に離間した2列により相互に連結されている。これらのピンは内側シェルから半径方向外向きに突出し、両側に円周方向に面する平坦部を有し、これらの平坦部が外側シェルに装着された調節ねじと協同して内側シェルを外側シェルに対して回転軸線に直交する平面において調節する。

【0006】本出願人は、内側シェルのまわりに直線的なソケットを軸線方向に離間した配列を用いる新しいさ

らに進歩したガスタービン設計を開発した。ピンが外側シェルからソケットに突出し、内側シェルを外側シェルから、ロータ軸線と同軸心合わせ関係で、支持する。このピンの幾何形状に関する完全な開示については、本出願人に譲渡された係属中の米国特許出願に記載されている。これらの支持（サポート）ピンは、本出願人の先の米国特許第5,779,442号のように外側シェルにより保持されたねじを調節することにより調節可能ではない。かくして、内側シェルセクションを外側シェルに対して設置したり取り外したりする、また設置時に内側シェルを外側シェルに対して心合わせするシステムの必要性が出てきた。

【0007】

【発明の概要】本発明の好適な実施態様によれば、ロータを取り外すことなく、内側シェルを外側シェルに対して現場で取り外す装置および方法、また、ロータを取り外すことなく、新しいまたは修理した内側シェルセクションを再設置するとともに、内側シェルをロータ軸線に対して半径方向および軸線方向両方で心合わせする装置および方法が提供される。上述したことを実現するために、内側および外側シェルは互いに支持ピンにより連結され、これら支持ピンは、それぞれ外側シェルのまわりに互いに約45°離れた位置で外側シェルにボルト止めされ、内側シェルに沿った対応する位置の凹所にはまるように半径方向内向きに突出し、円周方向に配列されて軸線方向に離間された前方および後方配列を構成している。軸線方向前方および後方の位置それぞれにつき8個の支持ピンを設けるのが好ましいが、それより多数または少数の支持ピンを、異なる円周方向間隔にて用いてもよい。ここでの説明では、ピンの位置を軸線方向に見たロータ軸線のまわりの時計位置近似で記述するが、これは便宜上の使用にすぎない。内側シェルを取り外すために、5時および7時の位置の支持ピンを、前方および後方両方とも、取り外す。つぎに、心合わせ取付具を下部外側シェルセクションに取り付け、下部外側シェルセクションから懸垂する。心合わせ取付具は、通常、ロータ軸線の両側に下部外側シェルセクションに固定された左側および右側外側シェル取付台を有する長方形フレームを備える。外側シェル取付台は、心合わせ取付具の各側で、各対の心合わせロッドにより、吊り下げ長方形フレームと連結しており、これにより長方形フレームは数対の心合わせロッドのみにより支持される。さらに、1対の軸線方向に延在する心合わせロッドが長方形フレームと取付台とを相互連結し、また横方向または幅方向に延在する心合わせロッドがフレームと取付台の一方とを相互連結する。長方形フレームにはまた、2対のクレードルピンが傾斜トラックに装着され、5時および7時の位置の下部外側シェルセクション支持ピン開口を通して、内側および外側シェルを相互連結する支持ピンを通常装着する内側シェルの凹所と係合するようになってい

る。長方形フレームが下部外側シェルセクションに固定された取付台から懸垂され、またクレードルピンが内側シェルの開口に係合している状態では、内側シェルの全重量が、クレードルピンに移され、長方形フレーム、鉛直方向調節ロッドおよび取付台を介して下部外側シェルセクションから支持されることが分かる。

【0008】取付台が下部外側シェルセクションに取り付けられ、クレードルピンが内側シェルの凹所に挿入された状態で、上部外側シェルセクションおよび上部内側シェルセクションを互いに相互連結する前方および後方指示ピンを取り外す。上部支持ピンを取り外したら、上部外側シェルセクションを水平分割線で下部外側シェルセクションから持ち上げることで、上部外側シェルセクションを取り外す。つぎに、上部内側シェルセクションを取り外す。つぎに、残っている4時および8時の位置の支持ピンを、前方および後方両方とも、取り外し、これにより下部内側シェルセクションの重量をすべてクレードルピンに移し、今度は心合わせ構造を介して下部外側シェルセクションにより支持する。

【0009】下部内側シェルセクションを取り外すには、ローラアセンブリを下部外側シェルセクションに固定する。そのローラが4時および8時の位置で内側シェルに係合する。つぎに、クレードルピンを後退させ、下部内側シェルセクションの重量をローラアセンブリを介して下部外側シェルセクションに移す。つぎに、追加のローラアセンブリを外側シェルに5時および7時の位置で固定し、そのローラが下部内側シェルセクションに係合する。ダミー内側シェルセクションを下部内側シェルセクションに分割線で固定する。つぎにローラケージを下部外側シェルセクションに取り付け、ダミーシェルセクションおよび下部内側シェルセクションと一緒に180°回転させ、内側シェルセクションをタービンの開放頂部に配置する。ローラケージを取り外せば、配置し直された内側シェルセクションを取り外すことができ、ロータの第1および第2段を完全に露出する。以下の説明で詳述するように、内側シェルセクションの設置は以上とは逆の手順をたどる。

【0010】本発明の心合わせ取付具は、工場で、完全なタービンを製作する際に、内側シェルを外側シェルに対して設置するのに使用できる。下部外側シェルセクションが持ち上げられ、支持された状態で、ローラアセンブリを下部外側シェルの4時および8時の位置で挿入する。つぎに、下部内側シェルセクションを下部外側シェルセクション内に降下させ、ローラアセンブリ上に支持する。つぎに心合わせ取付具を下部外側シェルセクションに固定し、クレードルピンを移動して下部内側シェルセクションに係合させる。つぎにロータをタービン内に配置し、固定する。つぎに、上部内側シェルセクションを水平分割線で下部内側シェルセクションに固定する。ローラアセンブリを取り外すと、内側シェル全体の

重量は、心合わせ取付具を介して、クレードルピンに、したがって下部外側シェルセクションに移される。内側シェルが心合わせ取付具により下部外側シェルセクション内で支持されている状態で、心合わせ取付具の調節ロッドを操作して内側シェルを下部外側シェルセクションに対して横方向、軸線方向、鉛直方向にまた幅方向軸線のまわりに位置決めする。心合わせが終わったら、上部外側シェルセクションを下部外側シェルセクションに水平分割線で固定する。つぎに、支持ピンを、クレードルピンを収容している5時および7時の位置を除くすべてのピン開口位置で挿入する。こうして内側シェルの重量を支持ピンに移し、心合わせ取付具を取り外す。最後の1対の前方および後方支持ピンを5時および7時の位置で下部外側シェルセクションに、内側シェルに支持関係で、固定する。この手順および装置によれば、内側シェルはロータ軸線とほぼ同軸な調節された位置に心合わせされる。ロータ軸線に対する内側シェルのわずかなオフセットをとり、ロータのそりに対処することができる。

【0011】本発明の好適な実施態様によれば、円弧状の内側シェルおよび外側シェルとこれらシェル内に配置された軸線を有するロータとを含むタービンにおいて、内側および外側シェルを互いに心合わせする方法は、

(a) 心合わせ取付具を前記外側シェルから支持し、
(b) 前記内側シェルを前記外側シェル内に前記心合わせ取付具により支持し、(c) 前記心合わせ取付具を外側シェルに対して調節することにより、内側シェルを外側シェルに対して調節する工程を含む。

【0012】本発明の他の好適な実施態様によれば、内側シェルおよび外側シェルを有し、内側シェルが外側シェル内に外側シェルにより支持され、これらのシェルが内側シェル内の軸線を有するロータのまわりに同心であるタービンを分解する方法は、(a) 取付具を前記外側シェルに取り付け、(b) 前記取付具を前記外側シェルから支持し、(c) 前記外側シェルによる内側シェルの支持を前記取付具に移す工程を含む。

【0013】本発明のさらに他の好適な実施態様によれば、軸線を有するロータと、このロータのまわりに同心に配置された1対の円弧状上部および下部外側シェルセクションおよび1対の円弧状上部および下部内側シェルセクションとを有するタービンを、ロータをタービンから取り外すことなく、分解する方法は、(a) 上部外側シェルセクションを取り外し、(b) 上部内側シェルセクションを取り外し、(c) 取付具を前記下部外側シェルセクションから支持し、(d) 前記下部内側シェルセクションの支持を前記下部外側シェルセクションから前記取付具に移し、(e) 工程(c)の後、複数のローラアセンブリを前記下部外側シェルセクションに固定して前記下部内側シェルセクションに係合させ、(f) 前記下部内側シェルセクションの支持を前記取付具から前記ローラアセンブリおよび下部外側シェルセクションに移

し、(g)前記下部内側シェルセクションをロータ軸線のまわりに、前記下部外側シェルセクションの上の位置まで回転し、(h)工程(g)の後、前記下部内側シェルセクションを取り外す工程を含む。

【0014】本発明のさらに他の好適な実施態様によれば、ロータのまわりに1対の上部および下部外側シェルセクションおよび1対の上部および下部内側シェルセクションを有するタービンを組み立てる方法は、(a)取付具を前記下部外側シェルセクションに取り付け、

(b)前記取付具を前記下部外側シェルセクションから支持し、(c)前記下部内側シェルセクションを前記下部外側シェルセクション中に挿入し、(d)前記下部内側シェルセクションを前記下部外側シェルセクションから支持し、(e)前記下部内側シェルセクション内にロータを配置し、(f)前記上部内側シェルセクションを前記下部内側シェルセクションに固定し、(g)前記上部および下部内側シェルセクションからの支持を前記取付具から前記内側シェルセクションおよび前記外側シェルセクションを相互連結する要素に移す工程を含む。

【0015】本発明のさらに他の好適な実施態様によれば、軸線を有するロータのまわりに互いに固定された内側シェルおよび外側シェルを有するタービンの外側シェルに固定するための心合わせ取付具は、外側シェルに固定する1対の取付台と、可動性の支持部材を有するフレームと、少なくとも1個の調節可能要素とを備え、前記支持部材がフレーム上で(i)外側シェルのアクセス開口を通過して内側シェルと係合し内側シェルをフレームから支持する支持位置と(ii)内側シェルから離間した非支持位置との間を可動であり、前記調節可能要素が前記フレームおよび前記取付台の少なくとも一つを相互連結し、前記支持部材が前記支持位置にあるとき、フレームの位置を外側シェルに対して軸線方向またはロータ軸線に直角な平面のいずれか一つにおいて調節し、これにより内側シェルを外側シェルに対して調節する。

【0016】

【発明の詳細な記述】図1に、タービンの1セクションを10で総称して示す。タービンセクション10は外側構造シェル12および外側シェル12により支持された内側シェル14を有する。内側シェル14は、タービンの第1段および第2段の一部を形成するノズル16および18の配列を保持している。内側シェル14はまた、軸線22のまわりを回転可能なロータ(20で総称する)を包囲している。ロータ20は、スパーサと交互に配置されたホイール上に装着されたバケットの円周方向配列体を複数含み、これらのホイールとスパーサがロータの本体を形成している。たとえば、両者間にスパーサ28が介在する第1段ホイール24および第2段ホイール26が図示されている。ホイール24および26にはそれぞれバケット28および30が装着されている。種々の段のバケットおよびノズルが、タービンを貫通する

環状高熱ガス流路を部分的に画定することが明らかである。通常通り、ロータのホイールおよびスパーサは、ロータのまわりに円周方向に互いに間隔をあけて配置された複数の軸線方向延在ボルト32により互いに固定されている。

【0017】図1および図2を参照すると、内側シェル14は、前方部分36と後方部分38とを軸線方向に延在する環状リブ40で相互連結した構成である。前方部分36と後方部分38は環状で、それぞれ、シュラウド46および48を保持するための半径方向内向きのダブテール42および44を有する。シュラウドはバケットの先端と最小のクリアランスを与える。内側シェル14は外側シェル12に、ロータの軸線に垂直な半径方向平面に沿って、好ましくは第1段および第2段のバケットおよびシュラウドと整合関係にある複数の軸線方向位置で、固定されている。

【0018】内側シェルと外側シェルとを互いに連結するために、内側シェル14の前方部分36および後方部分38それぞれに凹所50および52が円周方向に間隔をあけて設けられている。図3に示すように、連結部材、たとえば支持ピン54が外側シェル12のアクセス開口56を貫通し、内側シェル14の前方部分36との連結を達成する。同様のピンが外側シェル12を内側シェル14の後方部分38と相互連結する。これらのピン54を、各半径方向平面内の8個のピン位置に配置し、ロータ軸線のまわりに互いに約45°離すのが好ましいが、これより多いか少ない数の支持ピンを異なる円周方向位置に使用してもよいことが理解できるはずである。また支持ピン54は内側シェルの水平方向分割線から離れている。支持(サポート)ピン54は、複数のボルト開口を設けたボルト円部を有する拡大ヘッドと、円柱形のシャンクと、内端突出部とを含む。支持ピンの正確な幾何形状は本発明に必須ではなく、支持ピンが外側シェルから内側シェルを、半径方向および軸線方向膨張および収縮を許すように支持し、ピンが円周方向荷重のみを担持するといえれば十分である。

【0019】図6を参照すると、内側シェル14および外側シェル12それぞれを、180°延在する半円筒形シェルセクション(または半部)から形成するのが好ましい。図示の便宜上、図1以外の図では、内側シェルセクションにより保持されたノズルおよびシュラウドを図示していない。したがって、内側シェル14は、図6に示すように、上部内側シェルセクション70および下部内側シェルセクション72を水平分割線74に沿って互いに連結した構成である。同様に、外側シェル12は、上部外側シェルセクション76および下部外側シェルセクション78を水平分割線80に沿って互いに連結した構成である。図3に関連して上述したように、外側シェルセクションに貫通しかつそれに固定された支持ピン54は、前方部分36および後方部分38において内側シ

ェルセクションの凹所またはソケット50および52にはまり、内側シェルをロータ軸線のまわりに同心に維持する。

【0020】図4に、下部内側シェルセクション72のまわりの下部外側シェルセクション78を、上部内側シェルセクション70および上部外側シェルセクション76を取り除いて、斜視図にて示す。図4には、86で総称したローラージアセンブリと、88で総称した心合わせ取付具も示してある。図4および図14に明示するように、ローラージ86は、下部外側シェルセクション78の両端への固定のためのプレート92で両端が終端する複数の半円形フレーム部材90を含む。ローラージアセンブリ86は、モータ94を含み、このモータでモータハウジング内のスプロケットおよびケージの一端に隣接するスプロケット98に掛け渡したエンドレスチェーン96（図14）を駆動する。ブラケット99（図13および図14）には、ボルト穴があげられ、ここにボルトを差し込んでブラケットを内側シェルの前方および後方リムおよびダミーシェルに沿って形成されたボルト穴101（図2）に固定する。ブラケット99はチェーン96にも固定されており、これによりモータの動作時に、ブラケット99がチェーン96とともに移動する。ブラケットが内側シェルセクションまたはダミーシェルセクションに固定されている場合、シェルセクションは後述するように回転する。

【0021】ここで図5に移ると、心合わせ取付具88はほぼ長方形のフレーム100を含む。心合わせフレーム100は、ロータ軸線に平行な中心線の両側に、複数対の傾斜トラック102を含む。モータ（図示せず）が、複数対の支持部材、たとえばクレードルピン104をトラック102に沿って駆動する。トラック102およびこれに沿って移動自在に保持されたクレードルピン104は、5時および7時の位置で外側シェルにかけた支持ピン開口とほぼ心合わせされ、またその大きさと形状は、支持ピンを支持ピン開口から抜いてあるとき、支持ピン開口を通過して下部内側シェルセクション72の凹所50および52にはまるようになっている。したがって、5時および7時の位置の支持ピンを抜いておけば、クレードルピン104は支持ピン開口を貫通し、内側シェルの凹所50および52にはまる。

【0022】心合わせ取付具88はまた、心合わせ取付具を直接下部外側シェルセクション78に固定するための、110および112で総称する、左側および右側取付台を含み、これにより追加の支持なしで、心合わせ取付具を下部外側シェルセクションから懸垂する。左側取付台110は1対の相互連結された構造部材114および116を含む。部材114は1対の構造ボルト円形フランジ118を支持し、一方部材116は1つのボルト円形フランジ120を支持する。ボルト円形フランジ118および120は、下部外側シェルセクション78の

外面上の対応するボルト円形フランジと連結する。かくして、使用時には、左側取付台110は下部外側シェル半部に構造的に連結される。取付台110はまた、調節ロッド126および128の端部を受け入れる開口を有する直交するプレート122および124から形成された吊り下げ構造ブラケットを含む。以下に説明するように、調節ロッド126および128は、それぞれ互いに直角な横方向および軸線方向に延在する。調節ロッド126および128の反対端は、フレーム100に連結された構造部材に形成されたボール継手130および132にはまっている。

【0023】さらに、構造部材114および116は軸線方向に離間した水平プレート134および136に構造的に固定されている。鉛直な調節ロッド138および140の上端はそれぞれプレート134および136に固定されている。これらのロッドの下端は、フレーム100の構造部分に固定されたボール継手142および144に固定されている。

【0024】右側取付台112は、ボルト円形フランジ146で終端する複数の構造要素を装着する構造部材144のほぼ三角形の配置を含む。これらのボルト円形フランジは適当なボルトにより、下部外側シェルセクション78の外面に沿った対応するボルト円形フランジに固定され、これにより右側取付台112を外側シェルに構造的に固定する。軸線方向に面するプレート150が構造要素148により取付台112からつり下げられ、このプレート150に調節ロッド152の一端がはめ込まれている。調節ロッド152はロータの軸線にほぼ平行であり、その反対端はフレーム100に固定されたボール継手154にはめ込まれている。さらに、右側取付台112は1対のプレート156および158を含み、これらに1対の鉛直な調節ロッド160および162の上端が固定されている。調節ロッド160および162の下端はそれぞれフレームの端部に固定されたボール継手164および166に固定されている。調節ロッドの端部は平坦部を有し、ここに工具、たとえばソケットレンチを適用することができ、かくして以下に詳述するように、調節ロッドをそれぞれの取付台に対して回転し、したがってねじ回転し、内側シェルを外側シェルに対して調節することができる。

【0025】上述の説明から理解できるように、左側取付台110および右側取付台112はそれぞれ下部外側シェルセクション78から構造的に支持される。一方、取付台は、4本の鉛直に延在する調節ロッド160および162のみによって、クレードルピン104を含むフレーム100を支持する。分解および組立過程の種々の段階で、後述の説明から明らかになるように、内側シェルの重量を、左右の取付台、4本の鉛直な調節ロッド、フレーム100およびクレードルピン104を介して外側シェルから支持する。また、内側シェルをクレードル

ピンにより支持する場合、調節ロッドの調節によるフレーム100の移動が、外側シェルに対して内側シェルを鉛直方向、軸線方向および横方向に移動させ、また鉛直な調節ロッドの可変調節により傾斜方向への移動を行う。

【0026】ここで図6～14を参照しながら、ローラアセンブリおよび心合わせ取付具を用いる現場分解過程を説明する。最初に、タービンが軸受ブロックに支持されていること、そして図示の内側および外側シェルがすべてのサポートより上に持ち上げられていることが認識される。ロータ20が内側シェル内にある状態で、図6に示すように、5時および7時の位置にある前方および後方支持ピン54を外側シェルから抜き去る。つぎに、図7に示すように、心合わせ取付具88を下部外側シェルセクション78に固定する。具体的には、左側および右側取付台110および112のボルト円形フランジを対応するフランジにボルト（図示せず）により固定し、これにより心合わせ取付具88を外側シェル12から吊り下げる。クレードルピン104を受け入れるための下部内側シェルセクション72の凹所50および52にクレードルインサート170を据え付ける。つぎに、クレードルピン104を、支持ピン54の後に空になった下部外側シェルセクション78の開口に挿入し、そしてピン104をトラック102に沿って前進させることにより対応する位置の内側シェルの凹所50および52に係合させる。心合わせ取付具88が下部外側シェルセクション78から懸垂された状態で、内側シェルの前方および後方部分両方における上部外側シェルセクション76および上部内側シェルセクション70間の支持ピンを取り外す（図8参照）。つぎに、シェルセクション同士を連結するボルトを取り外すことにより、上部外側シェルセクション76を下部外側シェルセクション78から水平分割線で取り離す。つぎに、外側シェルセクション76を下部外側シェルセクション78から鉛直方向に持ち上げることで、外側シェルセクション76を取り外す。同様に、上部内側シェルセクション70を下部内側シェルセクション72に固定するボルトをはずして、上部内側シェルセクション70をタービンから水平分割線で取り外す。上部内側シェルセクション70とともに、付属するノズルおよびシュラウドならびに補助構造を取り外す。

【0027】上部の外側および内側シェルセクション両方を取り外した状態で、図9に示すように、下部外側シェルセクション78および下部内側シェルセクション72を相互連結する8時および4時の位置の残りの4本の支持ピン54を取り外す。ロータがタービン内に残っているので、明らかに、下部内側シェルセクション72を下部外側シェルセクション78から持ち上げることで直接取り外すことはできない。下部内側シェルセクション72を取り外すには、心合わせ取付具88を用い

て、下部内側シェルセクション72をわずかに前方に移動し、追加の軸線方向クリアランスを得る。このためには、調節ロッド152および128を回転し、フレーム100を左側および右側取付台110および112に対して移動する。前述したように、左側および右側取付台110および112は下部外側シェルセクション75に剛固にかつ構造的に固定されている。調節ロッド152および128を回転することにより、フレーム100を取付台110および112に対して軸線方向に移動する。フレーム100により支持されたクレードルピン104が下部内側シェルセクション72の凹所50および52に係合している状態で、下部内側シェルセクション72を同様に下部外側シェルセクション78に対して軸線方向に移動する。

【0028】この下部内側シェルセクション72の軸線方向移動の後、図10に示すように分割線支持プレート176を外側シェルセクション78に取り付ける。これらのプレート176は下部内側シェルセクション72の端部にかぶさり、下部外側シェルセクション78に対する下部内側シェルセクション72の回転を防止する。

【0029】つぎに、180で総称するローラアセンブリを4時および8時の位置の下部外側シェルセクション78の空になった支持ピンアクセス開口を介して据え付ける。ローラアセンブリ180のローラ188は下部内側シェルセクションの前方および後方部分のリムに係合する。各ローラアセンブリはボルト184を受け入れるボルト円形部182を含み、これによりローラアセンブリを下部外側シェルセクションのボルト円形フランジに固定することができる。ローラアセンブリ180は、数対のローラ188を下部内側シェルセクションのリムに沿って係合するように装着する台車186も含む。

【0030】図11を参照すると、つぎに、クレードルピン104をそれぞれのトラックに沿って後退させ、クレードルピンインサートを取り外す。その結果、下部内側シェルセクションの重量は8時および4時の位置のローラアセンブリ180により支えられる。図12を参照すると、つぎに追加のローラアセンブリ180を、以前はクレードルピン104を保持していたトラック102上に配置し、前進させ、5時および7時の位置の下部外側シェルセクションのアクセス開口に挿入し、内側シェルのリムに係合し、こうしてローラアセンブリ180を下部外側シェルセクション78に固定する。なお、ローラアセンブリの重量がそれぞれ約175ポンドであることを考慮すると、心合わせ取付具88のモータ付きトラック102を用いてローラアセンブリ182を挿入することができる。数対のローラアセンブリがそれぞれ内側シェルの前方および後方リム部分に4時、5時、7時および8時の位置で係合している状態では、下部内側シェルセクション72がローラアセンブリ182上の下部外側シェルセクション78により支持されていることが分

かる。

【0031】図12に示すように、つぎに分割線支持プレート176を取り外し、ダミー内側シェル190を下部内側シェルセクション72にその水平分割線で固定する。ダミーシェルセクション190は重量が下部内側シェルセクション72と同等である。つぎに、図13に示すように、ロールケージアセンブリ86を据え付ける。具体的には、ロールケージアセンブリがダミー内側シェルセクション190にまたがり、下部外側シェルセクション78にその水平分割線で取り付けられる。ほかに、ブラケット99をボルトによりダミーシェルの周縁に固定する。ロールケージアセンブリのモータ94を作動させることにより、互いに組み付けたダミーシェル190と下部内側シェルセクション72を、下部外側シェルセクション78に固定されたローラアセンブリ180上で回転させる。ダミーシェル190およびセクション72を一緒に約60°回転するのが好ましい。このとき、別のブラケット99を分割線に隣接してチェーンに据え付け、ボルトによりダミーシェルまたは下部内側シェルセクションのいずれか適用できる方に固定する。つぎにロールケージアセンブリを再度回転し、このプロセスを、ダミーシェルと下部内側シェルセクションが完全に180°回転するまで、繰り返す。図13に示すように、こうして下部内側シェルセクション72の位置は、ダミーシェルセクション190の位置と入れ替わり、下部内側シェルセクション72が下部外側シェルセクション78の上になる。心合わせピン191(図14)を外側シェルを通してダミーセクションに挿入して、ダミーセクションが下部外側シェルセクション78内で回転するのを防止するのがよい。つぎに、ケージアセンブリ86を下部外側シェルセクション78から分割線で取り離すことにより、ケージアセンブリ86を取り外す。さらに、ここで、下部内側シェルセクション72をそのシュラウド、ノズルおよび補助構造とともに、ダミー内側シェルセクション190から、またしたがってタービンから取り外すことができる。その結果、ロータをそのままにして、上部および下部内側シェルセクション両方をタービンから取り外すことができ、かくして修理およびメンテナンスのために、ロータの種々の部品への、また両内側シェルセクションへのアクセスが可能になる。

【0032】逆の手順を用いて、ロータをタービン内に静置したまま、修理やメンテナンスを終えた内側シェルセクションをタービンに設置できることが明らかである。内側シェルをロータ軸線のまわりに同心配置するために、追加の工程が必要である。図15を参照すると、修理済み下部内側シェル半部72をダミー内側シェル190に水平分割線にて固定する。ダミーシェル190は、修理の結果、下部外側シェルセクション78内に残っている。ロールケージアセンブリ86も下部外側シェルセクション78に分割線にて固定する。ロールケージ

アセンブリのブラケット99を下部内側シェルセクションのリムに固定する。下部外側シェルセクション78とダミーシェルセクション190間の心合わせピン191(図14)を抜き、ダミーセクション190を解放し、回転運動できるようにする。ロールケージアセンブリを用いて、互いに組み付けた下部内側シェルセクション72およびダミーシェル190を、4時、5時、7時および8時の位置のローラアセンブリの上で段階的に180°回転し、最終的に、図16に示すように、内側シェルセクション72が下部外側シェルセクション78内に位置し、ダミーシェルセクション190が下部外側シェルセクションの上に位置する。位置の入れ替えが終わったら、心合わせピン191を下部外側シェルセクションを通して下部内側シェルセクションの対応する開口中に挿入することにより、下部内側シェルセクション72を所定の位置に維持する。

【0033】図17を参照すると、ロールケージアセンブリ86を下部外側シェル78から取り離し、取り外す。同様に、ダミーシェルセクション190を下部内側シェルセクション72から水平分割線にて取り離し、取り外す。さらに図17に示すように、内側シェルの前方および後方部分それぞれの5時および7時の位置のローラアセンブリ180を、それらのインサートとともに取り外す。この段階で、下部内側シェルセクション72は4時および8時の位置でローラアセンブリにより支持されたままである。また、分割線支持プレート176を下部内側および外側シェルセクション両方の分割線に適用する。

【0034】図18を参照すると、つぎに、心合わせ構造88を下部外側シェルセクション78に据え付ける。すなわち、左側および右側取付台110および112のボルト円形フランジをそれぞれ、下部外側シェルセクション78の対応するボルト円形フランジにボルト止めし、心合わせフレームを外側シェルセクションから支持する。さらに、クレードルピン104を5時および7時の位置のローラアセンブリ180が抜けて空になった支持穴開口中に前進させ、内側シェルの前方および後方部分の凹所50および52に再度係合させる。つぎに、分割線支持プレート176を下部外側シェルセクション78の両側から取り外す。4時および8時の位置のローラアセンブリ180も、前方および後方両者とも、取り外す(図19参照)。下部内側シェルセクション72の重量が、下部外側シェルセクション78により支持された心合わせ構造88を介して、クレードルピン104および下部外側シェルセクション78に移されることが分かる。つぎに、上部内側シェルセクション70を下部内側シェルセクションに水平分割線に沿って固定することにより、上部内側シェルセクション70を据え付ける。

【0035】心合わせ構造の調節ロッドを操作することにより、内側シェルを半径方向平面内で鉛直方向および

水平方向に位置決めし、軸線方向に移動し、また傾斜させることができる。この設置段階で、内側シェル全体が心合わせ構造88の4本のクレードルピン104上に支持されること、また一方、心合わせ構造が下部外側シェルセクション78のみにより支持されることが明らかである。内側シェルを外側シェルに対して鉛直方向に移動するためには、鉛直に延在する調節ロッド138、140、160および162を回転し、したがってねじ込み、フレーム100を取付台110および112に対して移動する（ずらす）。この移動は、今度は、クレードルピン104およびそれによって支持された内側シェルを外側シェルに対して鉛直に移動する（ずらす）。横方向または幅方向の移動を行うためには、調節ロッド126を回転し、したがってねじ込み、クレードルピン104を取付台110および112に対して横方向にシフトさせる。クレードルピン104が内側シェルを保持しているため、調節ロッド126により内側シェルを下部外側シェルセクション78に対して横方向にシフトする。内側シェルを軸線方向に移動するためには、調節ロッド128および152をねじ回転し、フレーム100を取付台110および112に対して軸線方向に移動する。この結果、クレードルピン104も内側シェルを外側シェルに対して軸線方向移動自在に保持する。前方および後方鉛直ロッド138、160および140、162を差動式に調節することにより、内側シェルを外側シェルに対して傾斜させることができる。

【0036】下部外側シェルセクション78およびロータ軸線に対する内側シェルの心合わせを完了したら、上部外側シェル76を据え付け、下部外側シェルセクション78に水平分割線に沿って固定する（図20参照）。つぎに、支持ピン54を4時、8時、10時、11時、1時および2時の位置で外側シェルに挿入し、内側シェルを外側シェルに対する調節した心合わせ位置に固定する。内側シェルが固定された状態で、クレードルピン104を内側シェルから引き抜く。つぎに、取付台110および112を下部外側シェルセクションから取り外すことにより、心合わせ構造88を取り外す（図20参照）。心合わせ取付具88を取り外したら、図21に示すように、最後の支持ピン54を前方および後方部分に5時および7時の位置にて挿入し、下部外側シェルおよび下部内側シェル間に係合させる。

【0037】以上、分解および組立過程を現存するタービン、たとえばメンテナンスや修理の必要な現場のタービンについて説明した。心合わせ取付具は、タービンの最初の製作時にも利用できる。そこで、図22に、ローラアセンブリ180を4時および8時の位置の下部外側シェルセクションのアクセス開口に挿入した状態の、下部外側シェルセクション78を示す。5時および7時の位置のアクセス開口は開いている。つぎに下部内側シェルセクション72を下部外側シェルセクション78中に

下降し、4時および8時の位置のローラアセンブリ180で支持する。図23を参照すると、つぎに、左側および右側取付台110および112をそれぞれ下部外側シェルセクション78のボルト円形部にボルト止めすることにより、心合わせ取付具88を下部外側シェルセクション78に固定する。つぎに、クレードルピン104を下部外側シェルセクション78の空いているアクセス開口を通して向上向きに駆動し、下部内側シェルセクション72の凹所50および52に係合させる。工場での設置過程のこの段階で、ロータをタービンシェルの下半部に設置することができる。

【0038】図24を参照すると、ロータがタービンシェルの下半部に設置された状態で、上部内側シェルセクション70を下降し、下部内側シェルセクション72に水平分割線にて固定する。内側シェルセクション70および72を互いに固定した状態で、4時および8時の位置のローラアセンブリ180を取り外す。ローラアセンブリの取り外しにより、内側シェル全体の重量は心合わせ取付具のクレードルピン104に移される。したがって、内側シェル全体は、心合わせ取付具88および凹所50および52に挿入されたクレードルピン104を介して、下部外側シェルセクション78により支持される。上部外側シェルセクション76を取り外した状態で、ここで、現場組立過程に関して前述したのと同様に、調節ロッドを操作することにより、内側シェルを長さ方向、横方向、鉛直方向にそして幅方向軸線のまわりに調節することができる。

【0039】図25を参照すると、内側シェルを下部外側シェルセクションに対して調節し終わった状態で、上部外側シェルセクションを下部外側シェルセクションに水平分割線にて固定する。また、心合わせ取付具88が下部外側シェルセクション78に固定され、また内側シェルが調節された位置にある状態で、図示のように支持ピン54を1時、2時、4時、8時、10時および11時の位置で挿入する。これらの支持ピンを対応する外側シェルセクションに固定し、これらピンの突出部を内側シェルの凹所またはソケットにはめこむ。支持ピン54が上述した位置にある状態で、心合わせ取付具88のクレードルピン104を内側シェルの凹所から引き抜くことができる。内側シェルの重量は支持ピンに移される。つぎに、取付台110および112を下部外側シェルセクション78から解放することにより、心合わせ取付具88を下部外側シェルセクション78から取り外す。つぎに、図26に示すように、5時および7時の位置のピン54を下部外側シェルセクション78の空になったアクセス開口に挿入し、内側シェルの対応する凹所に係合させ、こうしてタービンの組立を完了する。

【0040】以上、本発明を現在のところもっとも実用的かつ好適な実施例と考えられるものについて説明したが、本発明は例示の実施例に限定されない。本発明は、

その要旨の範囲内に含まれる種々の変更例や等価な配置を包含するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】内側および外側シェル構成を組み込んだタービンの第1および第2段を示す部分的断面図である。

【図2】図示の便宜上ノズルおよびシュラウドを除いた、内側シェルの斜視図である。

【図3】内側シェルと外側シェル間の好適なビン連結を示す軸線方向端面図である。

【図4】内側シェルの外側シェル内にかつタービンロータの軸線のまわりに同心に設置し、心合わせするためのローラゲージアセンブリおよび心合わせ取付具の斜視図である。

【図5】心合わせ取付具を図示の便宜上一部分分解して示す斜視図である。

【図6】ロータをタービン内に配置したまま、上部外側シェルセクションおよび内側シェルセクションをタービンから現場で分解する過程を示す線図的軸線方向立面図である。

【図7】ロータをタービン内に配置したまま、上部外側シェルセクションおよび内側シェルセクションをタービンから現場で分解する過程を示す線図的軸線方向立面図である。

【図8】ロータをタービン内に配置したまま、上部外側シェルセクションおよび内側シェルセクションをタービンから現場で分解する過程を示す線図的軸線方向立面図である。

【図9】ロータをタービン内に配置したまま、上部外側シェルセクションおよび内側シェルセクションをタービンから現場で分解する過程を示す線図的軸線方向立面図である。

【図10】ロータをタービン内に配置したまま、上部外側シェルセクションおよび内側シェルセクションをタービンから現場で分解する過程を示す線図的軸線方向立面図である。

【図11】ロータをタービン内に配置したまま、上部外側シェルセクションおよび内側シェルセクションをタービンから現場で分解する過程を示す線図的軸線方向立面

図である。

【図12】ロータをタービン内に配置したまま、上部外側シェルセクションおよび内側シェルセクションをタービンから現場で分解する過程を示す線図的軸線方向立面図である。

【図13】ロータをタービン内に配置したまま、上部外側シェルセクションおよび内側シェルセクションをタービンから現場で分解する過程を示す線図的軸線方向立面図である。

【図14】ロータをタービン内に配置したまま、上部外側シェルセクションおよび内側シェルセクションをタービンから現場で分解する過程を示す線図的軸線方向立面図である。

【図15】内側シェルおよび上部外側シェルセクションの現場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

【図16】内側シェルおよび上部外側シェルセクションの現場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

【図17】内側シェルおよび上部外側シェルセクションの現場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

【図18】内側シェルおよび上部外側シェルセクションの現場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

【図19】内側シェルおよび上部外側シェルセクションの現場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

【図20】内側シェルおよび上部外側シェルセクションの現場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

【図21】内側シェルおよび上部外側シェルセクションの現場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

【図22】タービンの工場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

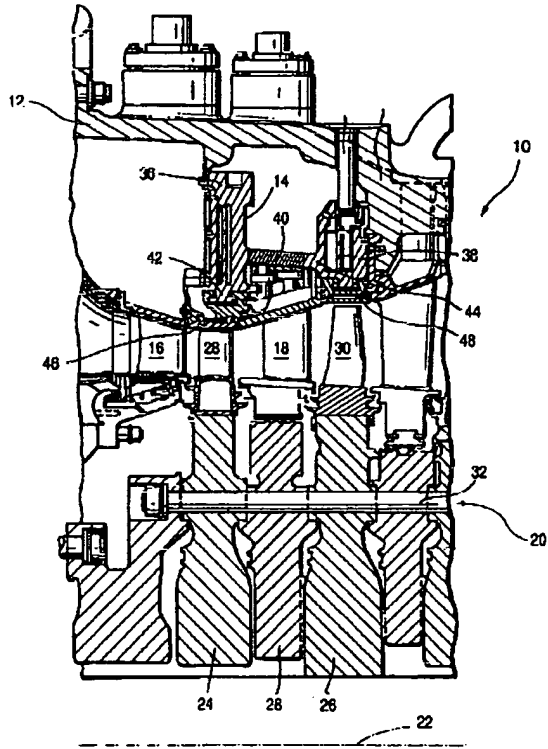
【図23】タービンの工場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

【図24】タービンの工場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

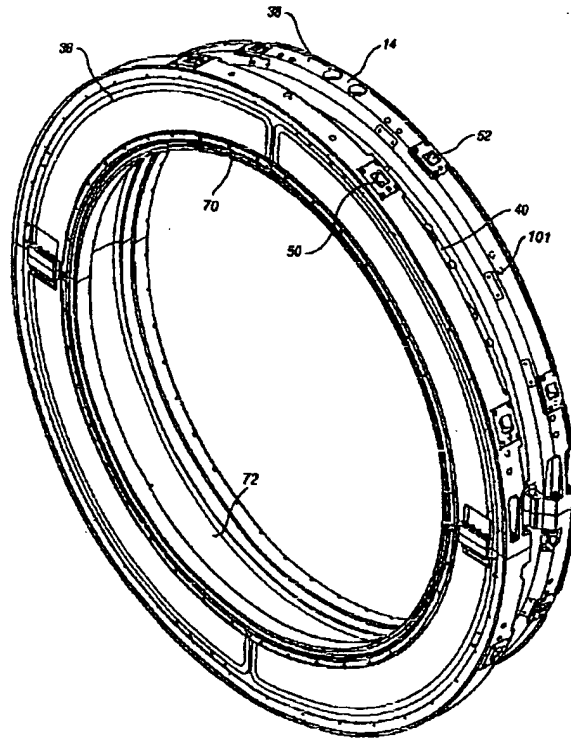
【図25】タービンの工場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

【図26】タービンの工場での組立を示す線図的軸線方向立面図である。

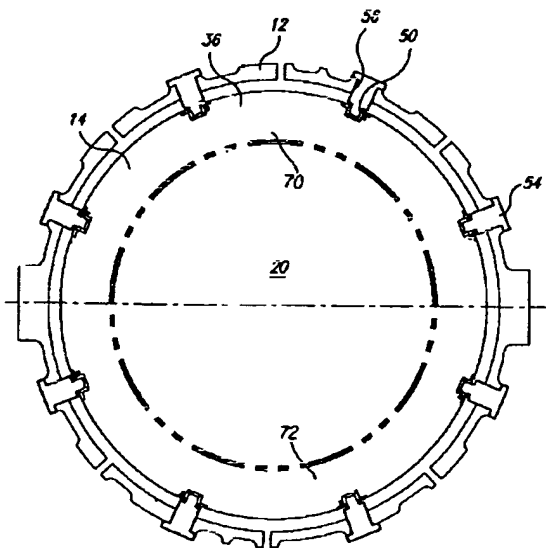
【図1】



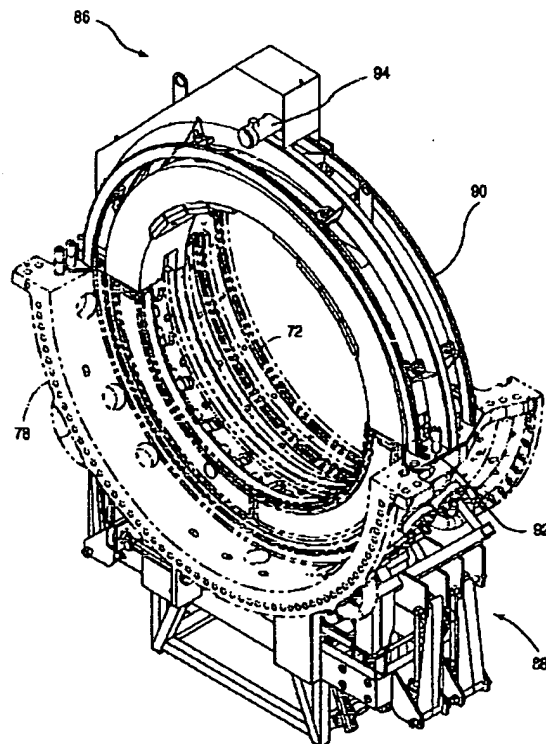
【図2】



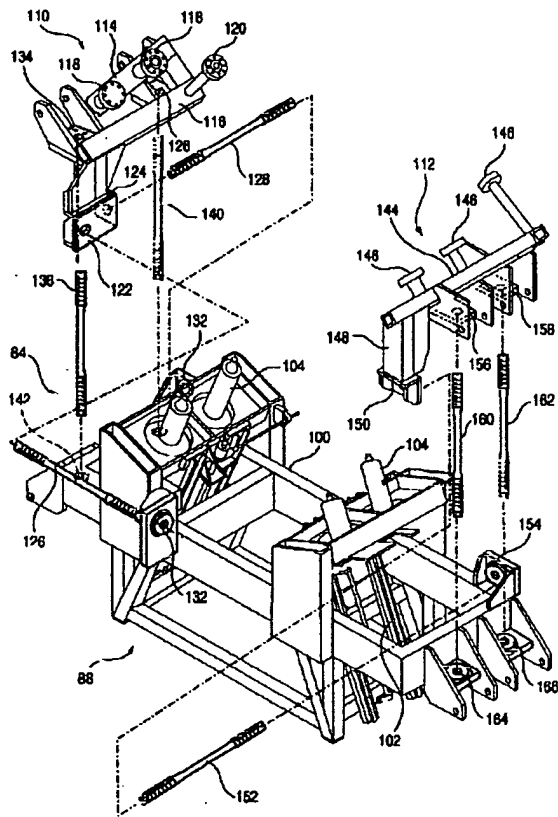
【図3】



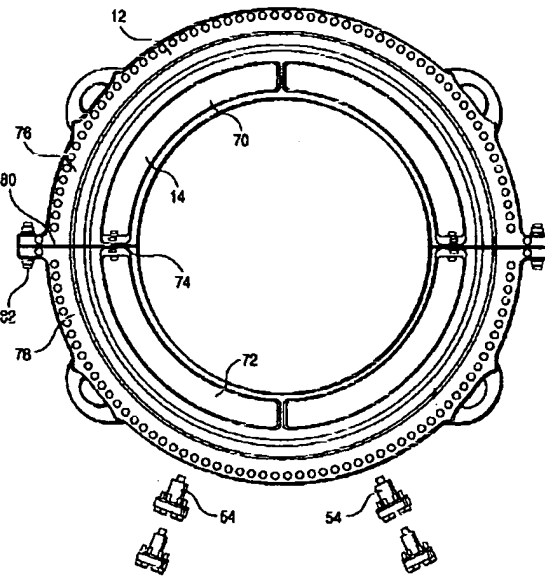
【図4】



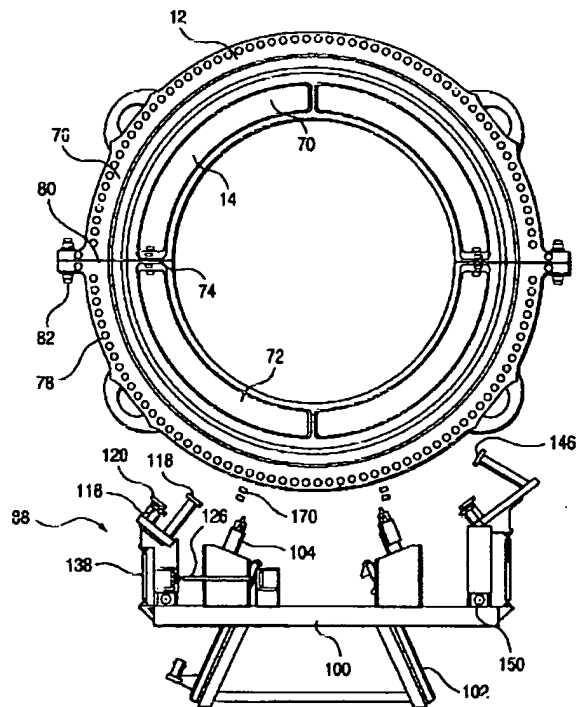
【図5】



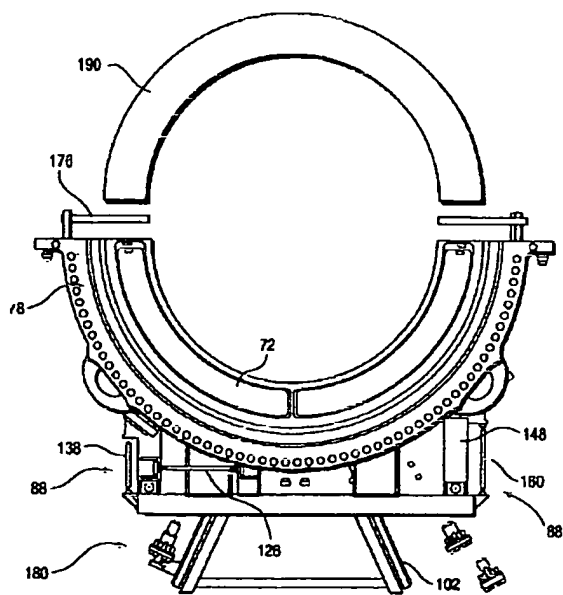
【図6】



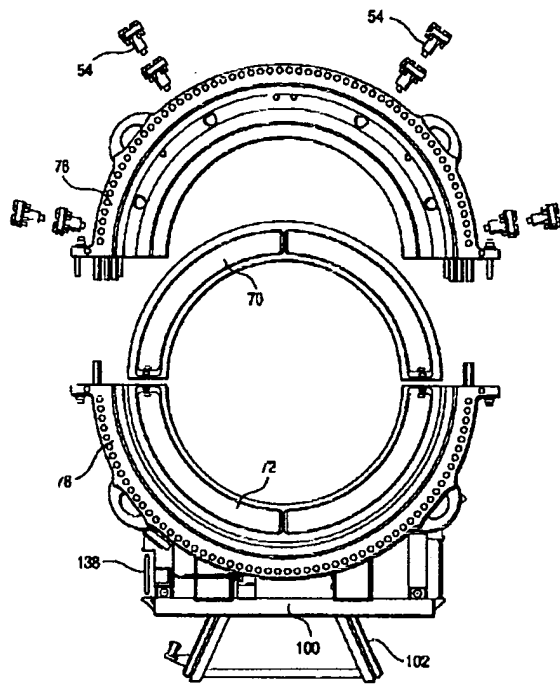
【図7】



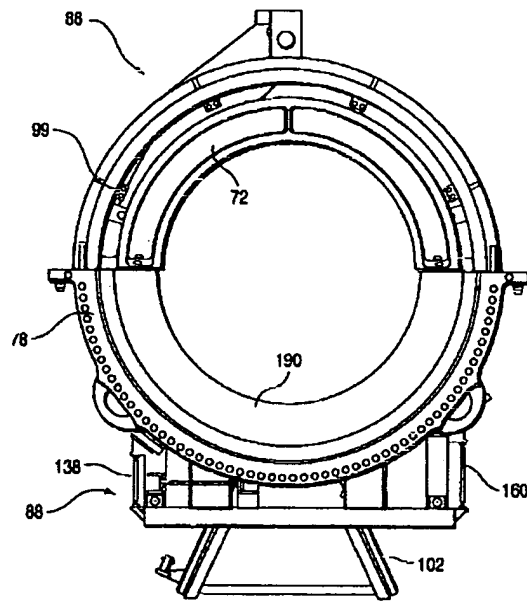
【図12】



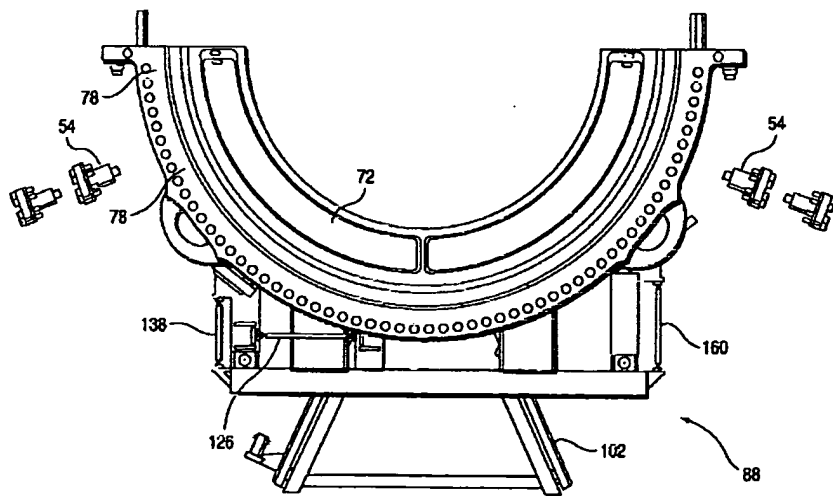
【図8】



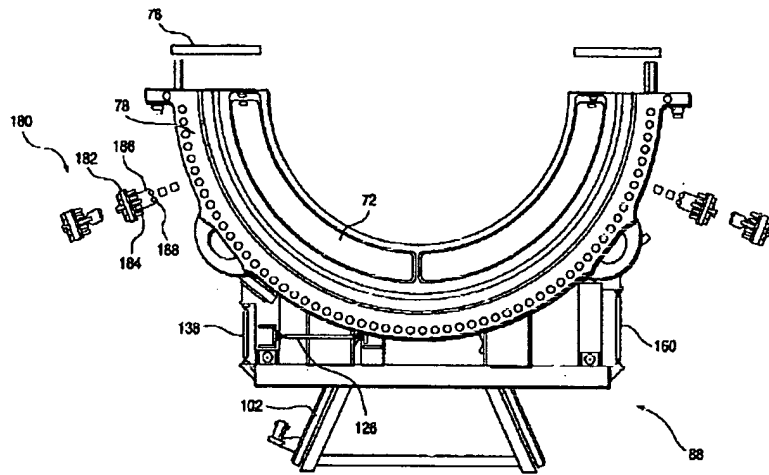
【図13】



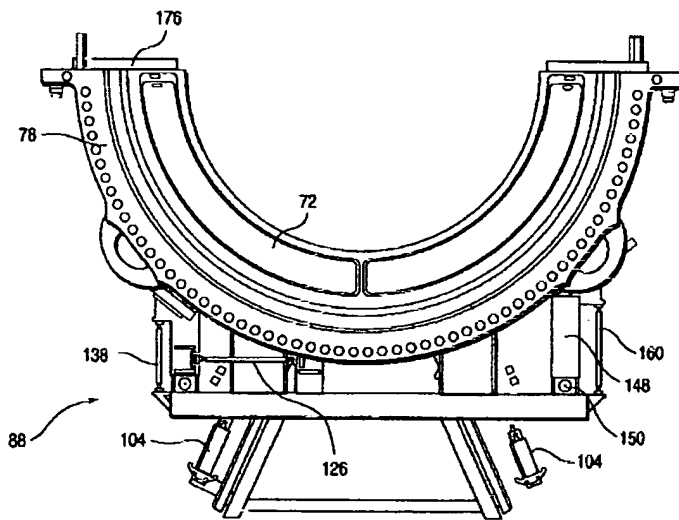
【図9】



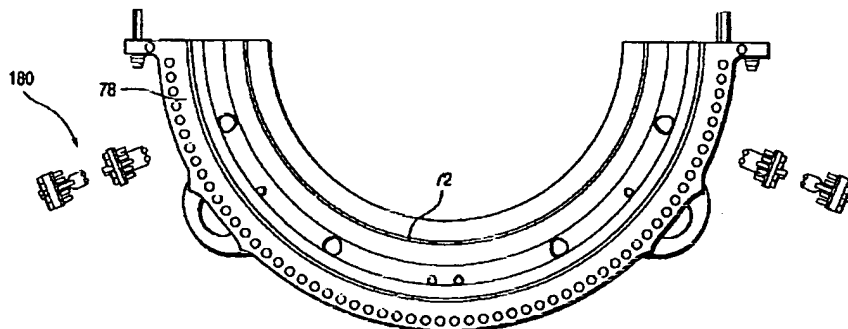
【図10】



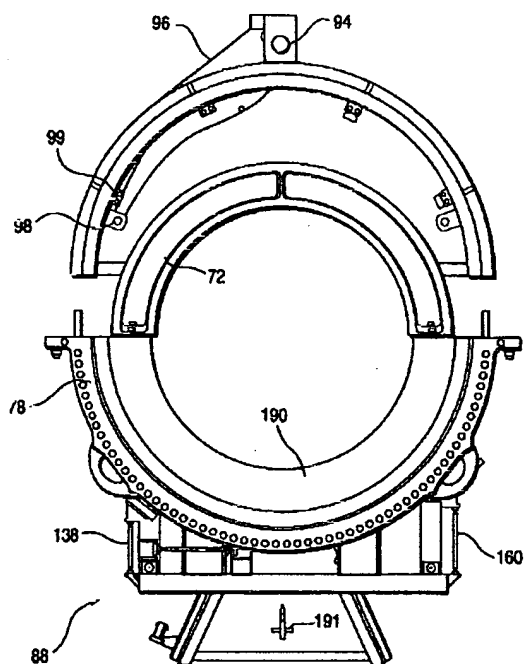
【図11】



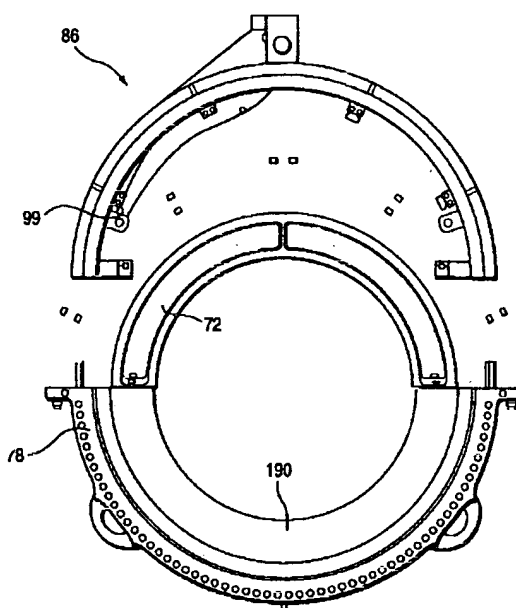
【図22】



【図14】

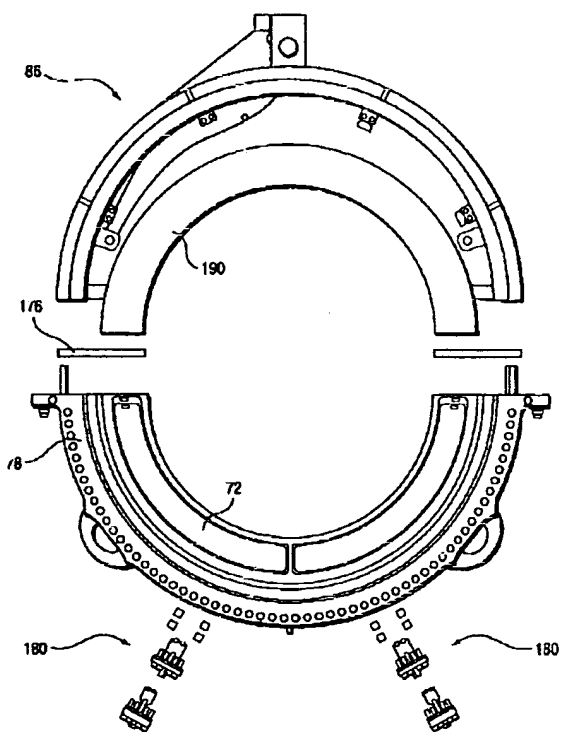
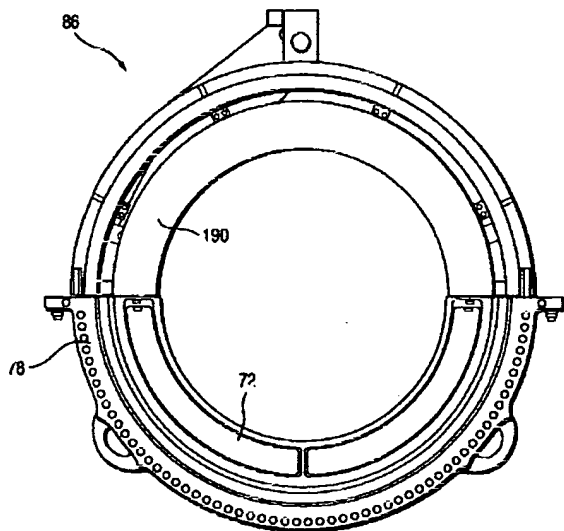


【図15】

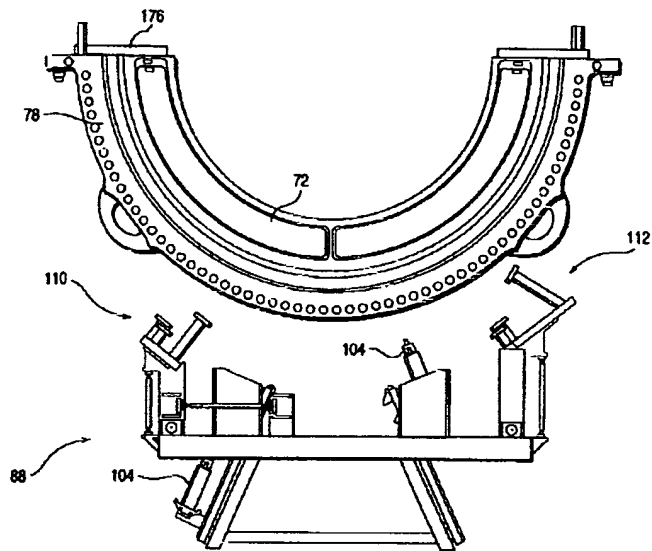


【図17】

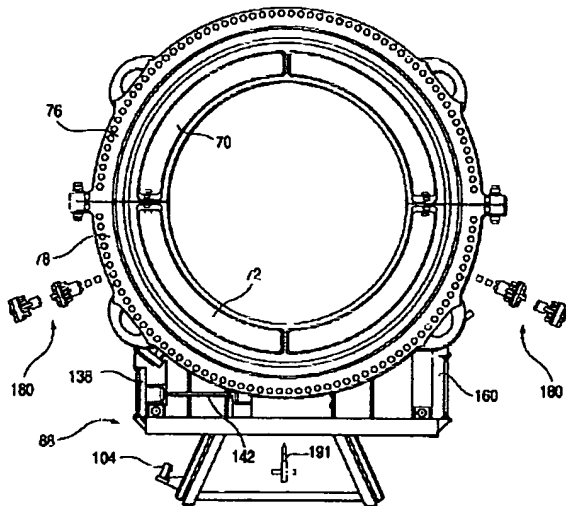
【図16】



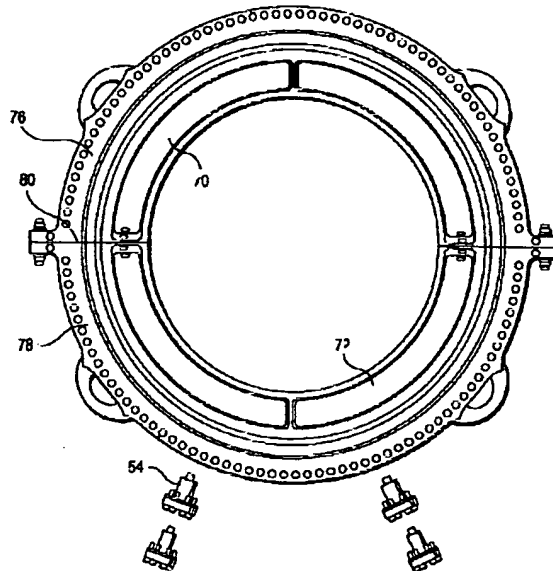
【図18】



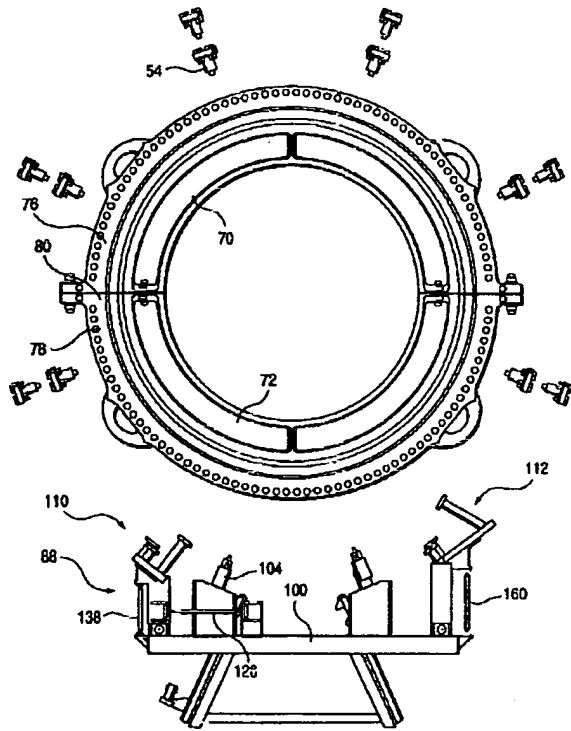
【図19】



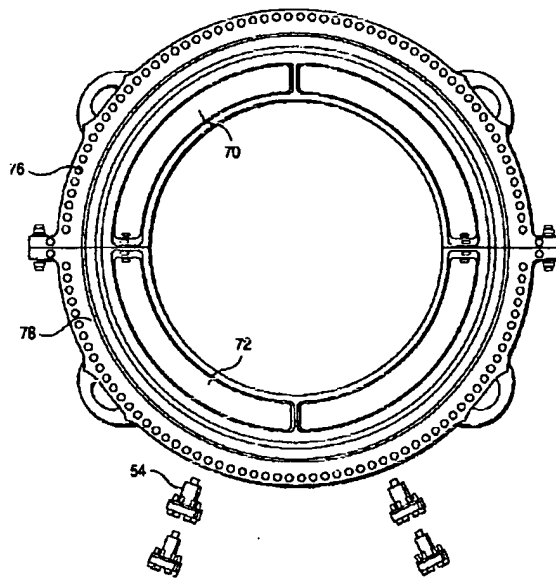
【図21】



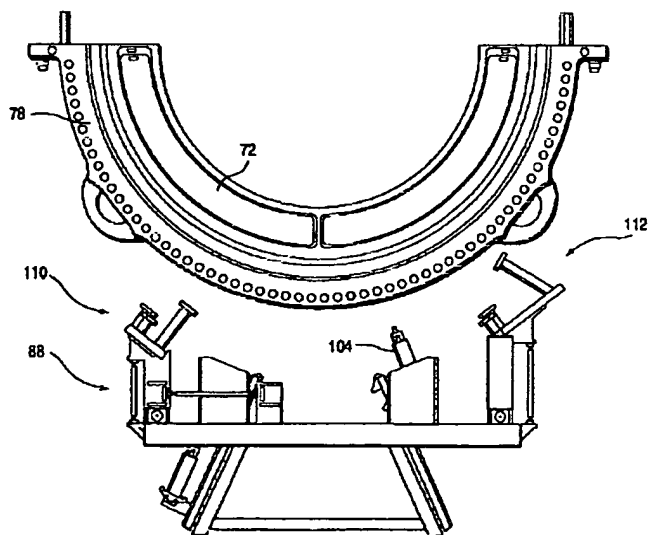
【図20】



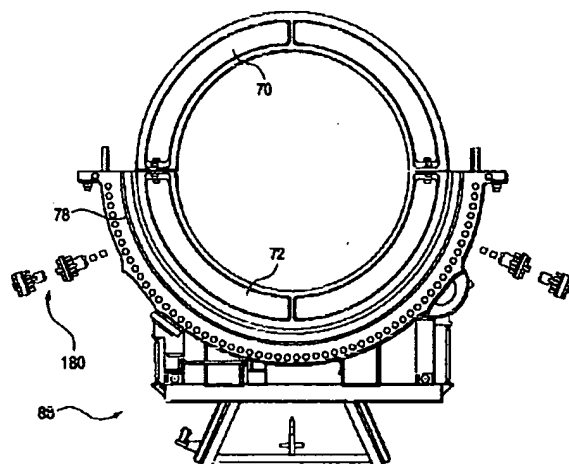
【図26】



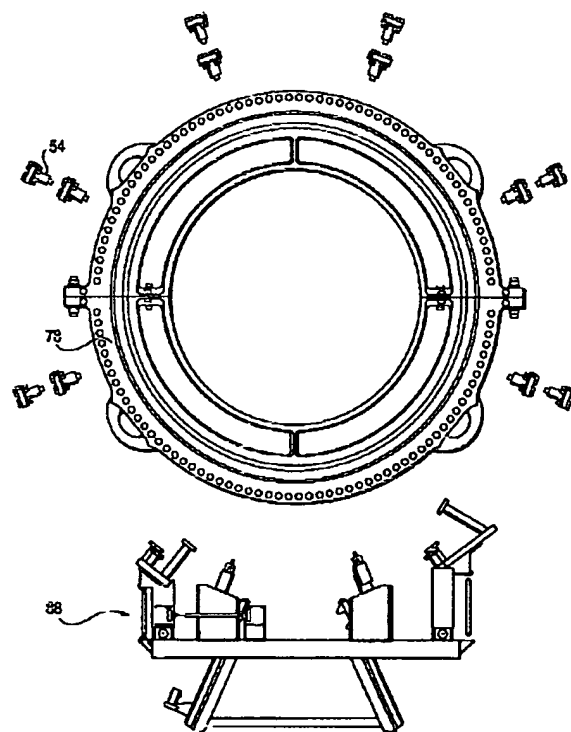
【図23】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

(72)発明者 ピーター・アレン・バーゲンダル
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スコッ
ティア、モハーク・アベニュー、355番

(72)発明者 スチュアート・フォレスト・ワルド
アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州
セイラム、ペーコン・リッジ・サークル
8番

(20) 100-356108 (P2000-356108A)

(72)発明者 ロバート・レロイ・スミス
アメリカ合衆国、オハイオ州、ミルフォード、
プレゼント・サークル、1169番

(72)発明者 ロバート・キム・フェルプス
アメリカ合衆国、オハイオ州、ミルフォード、
モーニングサイド、1119番

【外国語明細書】

1. Title of Invention

APPARATUS AND METHODS FOR INSTALLING, REMOVING AND
ADJUSTING AN INNER TURBINE SHELL SECTION RELATIVE TO AN
OUTER TURBINE SHELL SECTION

2. Claims

1. In a turbine having arcuate inner and outer shells (14, 12) and a rotor (20) within said outer and inner shells having an axis, a method for aligning the inner and outer shells relative to one another, comprising the steps of:
 - (a) supporting an alignment fixture (88) from said outer shell;
 - (b) supporting said inner shell within said outer shell by said alignment fixture; and
 - (c) adjusting said inner shell relative to said outer shell by adjusting the alignment fixture relative to the outer shell.
2. A method according to Claim 1 wherein the step of adjusting includes displacing the inner shell relative to the outer shell in a plane perpendicular to the axis of the rotor.
3. A method according to Claim 1 wherein the step of adjusting includes displacing the inner shell relative to the outer shell in a direction parallel to said axis.
4. A method according to Claim 1 wherein the step of adjusting includes displacing said inner shell relative to said outer shell about an axis perpendicular to the rotor axis.
5. A method according to Claim 1 wherein the step of adjusting includes displacing the inner shell relative to the outer shell in planes perpendicular and parallel to the rotor axis.
6. A method according to Claim 1 including passing support members (104) carried by said alignment fixture through openings in said outer shell for engaging said inner shell and supporting said inner shell by said fixture.
7. A method according to Claim 1 including securing said alignment fixture to said outer shell.

8. A method according to Claim 1 including passing support members (104) carried by said alignment fixture through openings in said outer shell for engaging and supporting said inner shell by said fixture, including securing said alignment fixture to said outer shell.

9. A method according to Claim 1 including subsequent to step (c), transferring support of said inner shell from said alignment fixture to said outer shell.

10. A method according to Claim 1 wherein said inner shell and said outer shell each comprise generally semi-cylindrical upper and lower shell sections (70, 72 and 76, 78) about said axis, and wherein step (a) includes supporting the alignment fixture from said lower outer shell section; step (b) includes supporting said inner shell within said outer shell by said alignment fixture; and step (c) includes adjusting said inner shell relative to said lower outer shell section by adjusting the alignment fixture relative to said lower outer shell section.

11. A method of disassembling a turbine having inner and outer shells (14, 12) with said inner shell (14) supported by and within said outer shell (12), said shells being concentric about a rotor (20) within said inner shell and having an axis comprising the steps of:

(a) attaching a fixture (88) to said outer shell;

(b) supporting said fixture from said outer shell; and

(c) transferring support of said inner shell by said outer shell to said fixture.

12. A method according to Claim 11 wherein said inner shell is supported by connecting elements (54) interconnecting said inner and outer shells and wherein step (c) includes transferring support of said inner shell from said connecting elements to said fixture whereby said inner shell is

supported solely by said fixture and said fixture is supported solely by said outer shell.

13. A method of disassembling a turbine having a pair of arcuate upper and lower outer shell sections (76, 78) and a pair of arcuate upper and lower inner shell sections (70, 72) concentric about a rotor (20) having an axis and without removing the rotor from the turbine, comprising the steps of:

- (a) removing the upper outer shell section (76);
- (b) removing the upper inner shell section (70);
- (c) supporting a fixture (88) from said lower outer shell section;
- (d) transferring support of said lower inner shell section from said lower outer shell section to said fixture;
- (e) subsequent to step (c), securing roller assemblies (180) to said lower outer shell section (78) for engaging said lower inner shell section (72);
- (f) transferring support for said lower inner shell section from said fixture to said roller assemblies and said lower outer shell section;
- (g) rotating said lower inner shell section about said axis to a location above said lower outer shell section; and
- (h) subsequent to step (g), removing said lower inner shell section.

14. A method according to Claim 13 wherein the inner and outer shell sections are initially secured to one another by an array of circumferentially spaced connecting elements (54) engaging between said inner and outer shell sections including, prior to steps (a) and (b), disengaging the elements engaging between said upper outer shell section and said upper inner shell section; prior to step (c), removing certain but not all elements engaging between said lower outer shell section and said lower inner shell section, leaving access openings through said lower outer shell; and inserting support

members 104) carried by said fixture through said access openings to engage and support said lower inner shell section by said fixture.

15. A method according to Claim 14 including subsequent to step (e), removing said support members from supporting engagement with said lower inner shell section through said access openings and securing additional roller assemblies to said lower outer shell section and in said access opening for engagement with said lower inner shell section.

16. A method according to Claim 13 including, prior to step (g), securing a dummy inner shell section (190) to said lower inner shell section, and rotating said lower inner shell section and said dummy section about said axis to locate said lower inner shell section about said lower outer shell section and said dummy section in said lower outer shell section.

17. A method according to Claim 16 including reassembling the turbine, the step of reassembling the turbine including securing said lower inner shell section (72) to said dummy section (190) in a location above said outer shell section (70), rotating said dummy shell and said lower inner shell section to locate said lower inner shell section within said lower outer shell section and said dummy section above said lower outer shell section, removing said dummy section, securing said upper inner shell section to said lower inner shell section and securing said upper outer shell section to said lower outer shell section

18. A method of assembling a turbine having a pair of upper and lower outer shell sections (76, 78) and a pair of upper and lower outer shell sections (70, 72) about a rotor (20) comprising the steps of:

- (a) attaching a fixture (88) to said lower outer shell section;
- (b) supporting said fixture from said lower outer shell section;
- (c) inserting said lower inner shell section into said lower outer shell section;

(d) supporting said lower inner shell section from said lower outer shell section;

(e) disposing the rotor (20) in said lower inner shell section;

(f) securing said upper inner shell section to said lower inner shell section; and

(g) transferring support from said upper and lower inner shell sections from said fixture to elements interconnecting said inner shell sections and said outer shell sections.

19. A method according to Claim 18 including, prior to step (g), adjusting said inner shell sections relative to said outer shell sections by adjusting said fixture relative to said outer shell sections.

20. An alignment fixture for securement to an outer shell (12) of a turbine having inner and outer shells (14, 12) secured to one another about a rotor (20) having an axis, comprising:

a pair of mounts (110, 112) for securement to the outer shell;

a frame (100) having support members (104) movable thereon between
(i) a support position passing through access openings of the outer shell and in engagement with the inner shell to support the inner shell from the frame and
(ii) a non-support position spaced from the inner shell; and

at least one adjustable element (138, 140, 152, 160, 162, 126)
interconnecting said frame and at least one of said mounts for adjusting the position of the frame relative to the outer shell in one of an axial direction or in a plane normal to the axis of the rotor, when said support members lie in said support position, thereby adjusting the inner shell relative to the outer shell.

21. A fixture according to Claim 20 including a pair of said elements (138, 160) connected to said mounts, respectively, and said frame, whereby

adjustment of one of said elements causes movement of said frame to adjust the inner shell relative to the outer shell in said plane normal to the rotor axis.

22. A fixture according to Claim 20 wherein said one element (138) is connected between one of said mounts (22) and said frame on one side of a vertical plane through the rotor axis, another element (160) connected between another of said mounts and said frame on an opposite side of said frame from said one element, whereby adjustment of one of said elements causes movement of said frame to adjust the inner shell relative to the outer shell in said plane normal to the rotor axis.

23. A fixture according to Claim 20 wherein said one element (152) adjusts the position of the frame relative to the outer shell in said axial direction, another element (138, 126) interconnecting said frame and one of said mounts for adjusting the position of the frame relative to the outer shell in said plane normal to the axis of the rotor.

3. Detailed Description of Invention

BACKGROUND OF THE INVENTION

The present invention relates generally to gas turbines and particularly to gas turbines having inner and outer turbine shell sections. More particularly, the present invention relates to apparatus and methods for installing and aligning the inner shell relative to the outer shell during initial assembly of the turbine, as well as removing the inner shell for maintenance and repair of component parts of the rotor and shell sections in the field and reinstalling the inner shell.

In U.S. Patent No. 5,779,442, there is disclosed a gas turbine comprised of inner and outer shells. The inner shell carries the first and second-stage nozzles and shrouds, while the outer shell provides structural support therefor as well as support for the nozzles and shrouds of additional stages. Each of the inner and outer shells is comprised of semi-cylindrical upper and lower shell sections joined one to the other along respective horizontal splitlines. As outlined in that patent, the nozzles of the first and second stages are cooled by flowing a thermal medium into and out of the nozzles.

Access to the hot gas path components of the turbine, without removal of the rotor within the inner shell, is accomplished in that patent by disconnecting and removing various piping and fittings associated with the cooling circuit, inserting rollers through access openings in the lower outer shell to transfer the weight of the inner shell to the rollers, removing the pins mounting the inner shell to the outer shell and then removing the upper outer shell, exposing the upper inner shell section for removal. Upon disconnecting the upper inner shell section from the lower inner shell section along the horizontal splitline, the upper inner shell section including its nozzle, shroud and associated piping, can be removed from the turbine, exposing the underlying sections of the rotor. A simulated dummy shell section is then secured to the lower inner shell section at its splitline and the dummy shell

and lower inner shell section are rotated 180° to locate the inner shell section above the lower outer shell section. By removing this second inner shell section, the complete inner shell can be removed for maintenance and repair without removal of the rotor.

In that patent, there is also disclosed a rolling fixture which is disposed on the lower outer shell section to facilitate removal and installation of the inner shell relative to the outer shell. The fixture mounts a winch by which the dummy shell section and lower inner shell section can be rotated about the rotor axis to facilitate removal of the lower shell section.

As will also be appreciated from a review of that patent, the inner and outer shells are connected to one another by a pair of axially spaced circumferential arrays of pins interconnecting the inner and outer shells. The pins project radially outwardly from the inner shell and have opposite circumferentially facing flats which cooperate with adjusting screws mounted on the outer shell to adjust the inner shell relative to the outer shell in a plane normal to the axis of rotation.

A new and more advanced gas turbine design has been developed by the assignee hereof which employs axially spaced arrays of rectilinear sockets about the inner shell. Pins projecting from the outer shell into the sockets to support the inner shell from the outer shell and in coaxial alignment with the rotor axis. For a complete disclosure of the geometry of the pins, reference is made to co-pending patent application Serial No. _____ (Attorney Dkt. No. 839-_____), of common assignee herewith, the disclosure of which is incorporated herein by reference. These latter support pins are not adjustable by adjusting screws carried by the outer shell as in assignee's prior U.S. Patent No. 5,779,442. There has thus developed a need for a system for installing and removing the inner shell sections relative to the outer shell and aligning the inner shell relative to the outer shell upon installation.

BRIEF SUMMARY OF THE INVENTION

In accordance with a preferred embodiment of the present invention, there is provided apparatus and methods for field removal of the inner shell relative to the outer shell without removal of the rotor and for reinstalling new or repaired inner shell sections without removal of the rotor and aligning the inner shell relative to the rotor axis in both radial and axial directions. To accomplish the foregoing, it will be appreciated that the inner and outer shells are connected one to the other by axially spaced, circumferential fore and aft arrays of support pins bolted to the outer shell at locations generally spaced 45° from one another about the outer shell and projecting radially inwardly for reception in recesses at corresponding locations along the inner shell. While eight support pins at each fore and aft axial location are preferred, a few or greater number of support pins may be used and with different circumferential spacing therebetween. For purposes of the present description and convenience only, the location of the pins is described in approximate clock positions about the rotor axis as viewed axially. To remove the inner shell, the support pins at the 5 and 7 o'clock positions, both fore and aft, are removed. An alignment fixture is then attached to and suspended from the lower outer shell section. The alignment fixture generally comprises a rectangular frame having left and right-hand outer shell mounts secured to the lower outer shell section on opposite sides of the rotor axis. The outer shell mounts connect with a depending rectangular frame by respective pairs of alignment rods on each side of the alignment fixture whereby the rectangular frame is supported solely by the pairs of alignment rods. Additionally, a pair of axially extending alignment rods interconnect the rectangular frame and the mounts and a lateral or transversely extending alignment rod interconnects the frame and one of the mounts. The rectangular frame also includes two pairs of cradle pins mounted on inclined tracks for engagement through the lower outer shell section support pin openings at the 5 and 7 o'clock positions and with the recesses in the inner shell normally mounting the support pins interconnecting the inner and outer shells. With the rectangular frame suspended from the mounts secured to the

lower outer shell section, and with the cradle pins engaging in the openings of the inner shell, it will be appreciated that the entire weight of the inner shell can be transferred to the cradle pins and supported from the lower outer shell section through the rectangular frame, vertical adjusting rods and mounts.

With the mounts secured to the lower outer shell section and the cradle pins inserted into the recesses of the inner shell, the forward and aft support pins interconnecting the upper outer shell section and the upper inner shell section to one another are removed. Upon removal of the upper support pins, the upper outer shell section is removed, lifting it from the lower outer shell section at the horizontal splitline. Next, the upper inner shell section is removed. The remaining support pins at the 4 and 8 o'clock positions, both fore and aft, are then removed whereby the weight of the lower inner shell section is wholly transferred to the cradle pins, supported in turn through the alignment structure by the lower outer shell section.

To remove the lower inner shell section, roller assemblies are secured to the lower outer shell section. The rollers thereof engage the inner shell at the 4 and 8 o'clock positions. The cradle pins are then backed off, transferring the weight of the lower inner shell section to the lower outer shell section through the roller assemblies. Additional roller assemblies are then secured to the outer shell at the 5 and 7 o'clock positions with their rollers engaging the lower inner shell section. A dummy inner shell section is secured on the lower inner shell section at the splitline. A roller cage is then attached to the lower outer shell section and the dummy shell section and lower inner shell section are jointly rotated 180° to locate the inner shell section along the open top of the turbine. With the removal of the roller cage, the repositioned inner shell section can then be removed, fully exposing the first and second stages of the rotor. As detailed in the following description, the installation of the inner shell sections follows a reverse procedure.

The alignment fixture of the present invention may also be used for factory installation of the inner shell relative to the outer shell when fabricating a

complete turbine. With the lower outer shell section elevated and supported, roller assemblies are inserted at the 4 and 8 o'clock positions of the lower outer shell. The lower inner shell section is then lowered into the lower outer shell section for support on the roller assemblies. The alignment fixture is then secured to the lower outer shell section and the cradle pins displaced to engage the lower inner shell section. The rotor is then placed and secured in the turbine. The upper inner shell section is then secured at the horizontal splitline to the lower inner shell section. Upon removal of the roller assemblies, the weight of the entire inner shell is then transferred to the cradle pins and hence to the lower outer shell section through the alignment fixture. With the inner shell supported in the lower outer shell section by the alignment fixture, the adjusting rods of the alignment fixture are manipulated to position the inner shell relative to the lower outer shell section laterally, axially, vertically and about a transverse axis. Once aligned, the upper outer shell section is secured to the lower outer shell section at the horizontal splitline. The support pins are then inserted at all pin opening locations except for the 5 and 7 o'clock locations containing the cradle pins. The weight of the inner shell is thus transferred to the support pins and the alignment fixture is removed. A final pair of fore and aft support pins are secured to the lower outer shell section at the 5 and 7 o'clock positions in supporting relation to the inner shell. As a consequence of this procedure and apparatus, the inner shell is aligned in an adjusted position substantially coaxial with the rotor axis. A slight offset of the inner shell relative to the rotor axis may be provided to accommodate for rotor bowing.

In a preferred embodiment according to the present invention, there is provided in a turbine having arcuate inner and outer shells and a rotor within said outer and inner shells having an axis, a method for aligning the inner and outer shells relative to one another, comprising the steps of (a) supporting an alignment fixture from the outer shell, (b) supporting the inner shell within the outer shell by the alignment fixture and (c) adjusting the inner shell relative to the outer shell by adjusting the alignment fixture relative to the outer shell.

In a further preferred embodiment according to the present invention, there is provided a method of disassembling a turbine having inner and outer shells with the inner shell supported by and within said outer shell, the shells being concentric about a rotor within the inner shell and having an axis comprising the steps of (a) attaching a fixture to the outer shell, (b) supporting the fixture from the outer shell and (c) transferring support of the inner shell by the outer shell to the fixture.

In a still further preferred embodiment according to the present invention, there is provided a method of disassembling a turbine having a pair of arcuate upper and lower outer shell sections and a pair of arcuate upper and lower inner shell sections concentric about a rotor having an axis and without removing the rotor from the turbine, comprising the steps of (a) removing the upper outer shell section, (b) removing the upper inner shell section, (c) supporting a fixture from the lower outer shell section, (d) transferring support of the lower inner shell section from the lower outer shell section to the fixture, (e) subsequent to step (c), securing roller assemblies to the lower outer shell section for engaging the lower inner shell section, (f) transferring support for the lower inner shell section from the fixture to the roller assemblies and the lower outer shell section, (g) rotating the lower inner shell section about the axis to a location above the lower outer shell section and (h) subsequent to step (g), removing the lower inner shell section.

In a still further preferred embodiment according to the present invention, there is provided a method of assembling a turbine having a pair of upper and lower outer shell sections and a pair of upper and lower inner shell sections about a rotor comprising the steps of (a) attaching a fixture to the lower outer shell section, (b) supporting the fixture from the lower outer shell section, (c) inserting the lower inner shell section into the lower outer shell section, (d) supporting the lower inner shell section from the lower outer shell section, (e) disposing the rotor in the lower inner shell section, (f) securing the upper inner shell section to the lower inner shell section and (g) transferring support

from the upper and lower inner shell sections from the fixture to elements interconnecting the inner shell sections and the outer shell sections.

In a still further preferred embodiment according to the present invention, there is provided an alignment fixture for securement to an outer shell of a turbine having inner and outer shells secured to one another about a rotor having an axis, comprising a pair of mounts for securement to the outer shell, a frame having support members movable thereon between (i) a support position passing through access openings of the outer shell and in engagement with the inner shell to support the inner shell from the frame and (ii) a non-support position spaced from the inner shell and at least one adjustable element interconnecting the frame and at least one of the mounts for adjusting the position of the frame relative to the outer shell in one of an axial direction or in a plane normal to the axis of the rotor, when the support members lie in the support position, thereby adjusting the inner shell relative to the outer shell.

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

Referring to Figure 1, there is illustrated a turbine section, generally designated 10, of a turbine having an outer structural shell 12 and an inner shell 14 supported by the outer shell 12. The inner shell 14 carries an array of nozzles 16 and 18 forming parts of first and second stages, respectively, of the turbine. The inner shell 14 also surrounds a rotor, generally designated 20, rotatable about an axis 22. The rotor 20 includes circumferential arrays of buckets mounted on wheels arranged alternately with spacers, the wheels and spacers forming the body of the rotor. For example, the first and second-stage wheels 24 and 26 with an intervening spacer 28 are illustrated, the wheels 24 and 26 mounting buckets 28 and 30, respectively. It will be appreciated that the buckets and the nozzles of the various stages in part define an annular hot gas path through the turbine. As conventional, the wheels and spacers of the rotor are secured to one another by axial extending bolts 32 circumferentially spaced one from the other about the rotor.

Referring to Figures 1 and 2, the inner shell 14 comprises a forward portion 36 and an aft portion 38 interconnected by an axially extending annular rib 40. The forward and aft portions 36 and 38 are annular and have radially inwardly directed dovetails 42 and 44, respectively, for carrying shrouds 46 and 48. The shrouds provide a minimum clearance with the tips of the buckets. It will be appreciated that the inner shell 14 is secured to the outer

shell along radial planes normal to the axis of the rotor and at axial locations, preferably in alignment with the first and second-stage buckets and shrouds.

To connect the inner and outer shells to one another, each of the forward and aft portions 36 and 38, respectively, of the inner shell 14 are provided with circumferentially spaced recesses 50 and 52. As illustrated in Figure 3, connecting elements, e.g., support pins 54 pass through access openings 56 through the outer shell for connection with the forward portion 36 of inner shell 14. Similar pins interconnect the outer shell 12 with the aft portion 38 of inner shell 14. Preferably, the pins lie at eight pin locations in each radial plane and are spaced approximately 45° one from the other about the rotor axis, although it will be appreciated that a greater or fewer number of support pins at different circumferential locations may be used. The support pins 54 are also spaced from the horizontal splitline of the inner shell. The support pins include an enlarged head having a bolt circle with a plurality of bolt openings, a cylindrical shank and end projections. The precise geometry of the support pins is not relevant to the present invention, it being suffice to say that the support pins support the inner shell from the outer shell for radial and axial expansion and contraction, with the pins carrying only circumferential loadings.

Referring to Figure 6, each of the inner and outer shells 14 and 12, respectively, are preferably formed of semi-cylindrical shell sections or halves extending 180°. For clarity, the nozzles and shrouds carried by the inner shell sections are not shown in these drawing figures except for Figure 1. Thus, the inner shell 14 comprises, as illustrated in Figure 6, an upper inner shell section 70 and a lower inner shell section 72 joined together along a horizontal splitline, generally designated 74. Similarly, the outer shell 12 includes an upper outer shell section 76 and a lower outer shell section 78 joined along a horizontal splitline 80. As noted above with respect to Figure 3, the support pins 54 secured to and extending through the outer shell sections engage in recesses or sockets 50 and 52 in the inner shell sections in fore and

aft portions 36 and 38 to maintain the inner shell concentric about the rotor axis.

Figure 4 illustrates in perspective the lower outer shell section 78 about the lower inner shell section 72, the upper inner and outer shell sections 70 and 76, respectively, having been removed. Illustrated in Figure 4 is a roller cage assembly, generally designated 86, and an alignment fixture, generally designated 88. As best illustrated, referring to Figures 4 and 14, the roller cage 86 includes a plurality of semi-circular frame members 90 terminating at opposite ends in plates 92 for securement to opposite ends of the lower outer shell section 78. The roller cage assembly 86 includes a motor 94 which drives an endless chain 96 (Figure 14) about a sprocket within the motor housing and about a sprocket 98 adjacent one end of the cage. A bracket 99 (Figures 13 and 14) has bolt holes for receiving bolts to secure the bracket to bolt holes 101 (Figure 2) formed along the fore and aft rims of the inner shell and along a dummy shell. The bracket 99 is also secured to the chain 96 whereby upon operation of the motor, the bracket 99 moves with the chain 96. When the bracket is secured to the inner shell section or the dummy shell section, the shell sections rotate as described hereinafter.

Referring now to Figure 5, the alignment fixture 88 includes a generally rectangular frame 100. The alignment frame 100 includes on opposite sides of a centerline parallel to the rotor axis pairs of inclined tracks 102. Motors, not shown, drive pairs of support members, e.g., cradle pins 104, along tracks 102. The tracks 102 and cradle pins 104 carried for movement therealong are substantially aligned with the support pin openings through the outer shell at the 5 and 7 o'clock positions and are sized and configured to pass through the support pin openings to engage in the recesses 50 and 52 of the lower inner shell section 72 when the support pins are removed from those openings. Thus, with the support pins at the 5 and 7 o'clock positions removed, the cradle pins 104 may pass through the support pin openings and engage in the recesses 50 and 52 of the inner shell.

The alignment fixture 84 also includes left and right-hand mounts, generally designated 110 and 112, respectively, for securing the alignment fixture directly to the lower outer shell section 78 whereby the alignment fixture is suspended from the lower outer shell section without additional support. The left-hand mount 110 includes a pair of structural members 114 and 116 interconnected together. Member 114 supports a pair of structural bolt circle flanges 118, while member 116 supports a bolt circle flange 120. The bolt circle flanges 118 and 120 connect with corresponding bolt circle flanges on the outer surface of the lower outer shell section 78. Thus, in use, the left-hand mount 110 is structurally connected to the lower outer shell half. Mount 110 also includes a depending structural bracket formed of right angularly related plates 122 and 124 having openings for receiving the ends of adjusting rods 126 and 128, respectively. As discussed hereinafter, the adjusting rods 126 and 128 extend in lateral and axial directions, respectively, normal to one another. The opposite ends of the rods 126 and 128 reside in ball joints 130 and 132 formed on structural members connected to the frame 100.

Additionally, the structural members 114 and 116 are structurally secured to axially spaced horizontal plates 134 and 136. The upper ends of vertical adjusting rods 138 and 140 are secured to the plates 134 and 136, respectively. The lower ends of the rods are secured in ball joints 142 and 144, secured in structural portions of the frame 100.

The right-hand mount 112 includes a generally triangular arrangement of structural members, designated 144, mounting a plurality of structural elements terminating in bolt circle flanges 146. These bolt circle flanges are secured by suitable bolts to corresponding bolt circle flanges along the outside surface of the lower outer shell section 78, thereby structurally securing the right-hand mount 112 to the outer shell. Depending from the mount 112 by a structural element 148 is an axially facing plate 150 which receives one end of an adjusting rod 152. The adjusting rod lies substantially parallel to the axis of the rotor and its opposite end is received in a ball joint 154 secured to the frame 100. Further, the right mount 112 includes a pair of plates 156 and 158

to which the upper ends of a pair of vertical adjusting rods 160 and 162 are secured. The lower ends of the rods 160 and 162 are secured in ball joints 164 and 166, respectively, secured to the end of the frame. The ends of the adjusting rods have flats to which tools, e.g., socket wrenches, may be applied for rotating and hence screwthreading the adjusting rods relative to their mounts to adjust the inner shell relative to the outer shell, as will become clear from the ensuing description.

As will be appreciated from the foregoing, the left and right-hand mounts 110 and 112, respectively, are structurally supported from the lower outer shell section 78. The mounts, in turn, support the frame 100, including the cradle pins 104, solely by the four vertically extending adjusting rods 160 and 162. At various stages of the disassembly and assembly procedures, as will become clear, the weight of the inner shell is supported from the outer shell through the left and right-hand mounts, the four vertical adjusting rods, the frame 100 and the cradle pins 104. It will also be appreciated that when the inner shell is supported by the cradle pins, movement of the frame 100 by adjustment of the adjusting rods effects movement of the inner shell relative to the outer shell vertically, axially, transversely and with variable adjustment of the vertical adjusting rods in a tilt direction.

Referring now to Figures 6-14, a field disassembly procedure using the roll cage assembly and alignment fixture will now be described. Initially, it will be appreciated that the turbine is supported in bearing blocks and that the illustrated inner and outer shells are elevated above any support. With the rotor 20 within the inner shell, the fore and aft support pins 54 at the 5 and 7 o'clock positions are removed from the outer shell, as illustrated in Figure 6. The alignment fixture 88 is then secured to the lower outer shell section 78 as shown in Figure 7. Particularly, the bolt circle flanges of the left and right mounts 110 and 112 are secured to corresponding flanges by bolts, not shown, whereby the alignment fixture 88 is suspended from the outer shell 12. Cradle inserts 170 are installed in the recesses 50 and 52 of the lower inner shell section 72 for receiving the cradle pins 104. The cradle pins 104 are then

inserted through the openings in the lower outer shell section 78 vacated by the support pins 54 and into engagement with the recesses 50 and 52 of the inner shell at corresponding locations by advancing the pins 104 along the tracks 102. With the alignment fixture 88 suspended from the lower outer shell section 78, the support pins between the upper outer shell section 76 and the upper inner shell section 70 at both forward and aft portions of the inner shell are removed (see Figure 8). The upper outer shell section 76 is then disconnected from the lower outer shell section 78 at the horizontal splitline by removing the bolts connecting the shell sections to one another. The outer shell section 76 is then removed by lifting it vertically from the lower outer shell section 78. The upper inner shell section 70 is similarly removed from the turbine upon removal of the bolts securing it to the lower inner shell section 72 at the horizontal splitline. The depending nozzles and shrouds, as well as ancillary structure are removed with the upper inner shell section 70.

With both the upper, outer and inner shell sections removed, the remaining four support pins 54 at the 8 o'clock and 4 o'clock positions interconnecting the lower outer shell section 78 and the lower inner shell section 72 to one another are removed, as illustrated in Figure 9. Because the rotor remains in the turbine, it will be appreciated that the lower inner shell section 72 cannot be directly removed by lifting it from the lower outer shell section 78. To remove the lower inner shell section 72, it is displaced slightly forwardly to obtain additional axial clearance, using the alignment fixture 88. To accomplish this, the adjusting rods 152 and 128 are rotated to displace the frame 100 relative to the left and right-hand mounts 110 and 112, respectively. It will be recalled that the left and right mounts 110 and 112, respectively, are rigidly and structurally secured to the lower outer shell section 75. By rotating adjusting rods 152 and 128, it will be appreciated that the frame 100 is displaced in an axial direction relative to the mounts 110 and 112. With the cradle pins 104 carried by frame 100 engaging in the recesses 50 and 52 of the lower inner shell section 72, the latter is likewise displaced relative to the lower outer shell section 78 in an axial direction.

After this axial movement of the lower inner shell section, splitline support plates 176 are attached to the outer shell section 78 as illustrated in Figure 10. These plates 176 overlie the ends of the lower inner shell section 72 to prevent rotation of the lower inner shell section 72 relative to the lower outer shell section 78.

Roller assemblies, generally designated 180, are then installed through the vacated support pin access openings in the lower outer shell section 78 at the 4 and 8 o'clock positions. The rollers 188 of the roller assemblies 180 engage the rims of the forward and aft portions of the lower inner shell section. Each roller assembly includes a bolt circle 182 for receiving bolts 184 whereby the roller assembly can be secured to the bolt circles flanges of the lower outer shell section. The roller assemblies 180 also include a truck 186 mounting pairs of rollers 188 for engagement along the lower inner shell section rims.

Referring to Figure 11, the cradle pins 104 are next retracted along their respective tracks and the cradle pin inserts are removed. As a consequence, the weight of the lower inner shell section is borne by the roller assemblies 180 at the 8 and 4 o'clock positions. Referring to Figure 12, additional roller assemblies 180 are then disposed on the tracks 102 formerly holding the cradle pins 104 and are advanced into the access openings through the lower outer shell section 78 at the 5 and 7 o'clock positions to engage the rims of the inner shell, the roller assemblies 180 being secured to the lower outer shell section 78. It will be appreciated that the motorized track 102 of the alignment fixture 88 can be used to insert the roller assemblies 182 in view of the weight of the roller assemblies, i.e., approximately 175 pounds each. With the pairs of roller assemblies respectively engaging fore and aft rim portions of the inner shell at the 4, 5, 7 and 8 o'clock positions, it will be appreciated that the lower inner shell section is supported by the lower outer shell section 78 on the roller assemblies 182.

As illustrated in Figure 12, the splitline support plates 176 are then removed and a dummy inner shell 190 is secured to the lower inner shell section 72 at

its horizontal splitline. The dummy shell section 190 is comparable in weight to the lower inner shell section 72. Next, as illustrated in Figure 13, the roll cage assembly 86 is installed. Particularly, the roll cage assembly straddles the dummy inner shell section 190 and is attached to the lower outer shell section 78 at its horizontal splitline. Additionally, the bracket 99 is secured by bolts to the periphery of the dummy shell. By operating the motor 94 of the roll cage assembly, the combined dummy shell 190 and lower inner shell section 72 are rotated on the roller assemblies 180 secured to the lower outer shell section 78. Preferably, dummy shell 190 and section 72 are jointly rotated about 60°. At that time, another bracket 99 is installed on the chain adjacent the splitline and secured by bolts to the dummy shell or lower inner shell, as applicable. The roll cage assembly then again is rotated and the process repeated until the dummy shell and lower inner shell section have been rotated a full 180°. As illustrated in Figure 13, the position of the lower inner shell section 72 has thus been transposed with the position of the dummy shell section 190 such that the lower inner shell section 72 lies above the lower outer shell section 78. An alignment pin 191 (Figure 14) may be inserted through the outer shell into the dummy section to prevent the dummy section from rotating within the lower outer shell section 78. The cage assembly 86 is then removed by disconnecting it from the lower outer shell section 78 at the splitline. Additionally, the lower inner shell section 72 together with its shrouds, nozzles and ancillary structure can now be removed from the dummy inner shell section 190 and from the turbine. Consequently, both upper and lower inner shell sections are removable from the turbine with the rotor in place, gaining access to various parts of the rotor, as well as to the inner shell sections for repair and maintenance.

It will be appreciated that a reverse procedure is utilized to install the repaired and maintained inner shell sections into the turbine while the rotor rests in the turbine. Additional steps are also necessary to align the inner shell concentrically about the rotor axis. Referring to Figure 15, the repaired lower inner shell half 72 is secured to the dummy inner shell 190 at the horizontal splitline, the dummy shell 190 remaining in the lower outer shell section 78 as

a result of the repair. The roll cage assembly 86 is also secured to the lower outer shell section at the splitline. The bracket 99 of the roll cage assembly is secured to the rim of the lower inner shell section. The alignment pin 191 (Figure 14) between the lower outer shell section 78 and the dummy shell section 190 is removed, freeing the dummy section 190 for rotational movement. Using the roll cage assembly, the combined lower inner shell section 72 and dummy shell 190 are stepwise rotated 180° on the roller assemblies at the 4, 5, 7 and 8 o'clock positions until the inner shell section 72 is located in the lower outer shell section 78 and the dummy shell section 190 is located above the lower outer shell section, as illustrated in Figure 16. Once transposed, the lower inner shell section 72 is maintained in position by inserting the alignment pin 191 through the lower outer shell section into a corresponding opening in the lower inner shell section.

Referring to Figure 17, the roller cage assembly 86 is disconnected from the lower outer shell 78 and removed. Similarly, the dummy shell section 190 is disconnected from the lower inner shell section 72 at the horizontal splitline and removed. As further illustrated in Figure 17, the roll assemblies 180 for each of the forward and aft portions of the inner shell at the 5 and 7 o'clock positions are removed together with their inserts. It will be appreciated that, at this stage, the lower inner shell section 72 remains supported by the roller assemblies at the 4 and 8 o'clock positions. Also, the splitline support plates 176 are applied at the splitlines of both the inner and outer lower shell sections.

Referring to Figure 18, the alignment structure 88 is next installed onto the lower outer shell section 78. That is, the bolt circle flanges of the left and right-hand mounts 110 and 112, respectively, are bolted to corresponding bolt circle flanges on the lower outer shell section 78 supporting the alignment frame from the outer shell section. Additionally, the cradle pins 104 are advanced in the support hole openings vacated by the roller assemblies 180 at the 5 and 7 o'clock positions to again engage in the recesses 50 and 52 of the forward and aft portions of the inner shell. The splitline support plates 176

are then removed from opposite sides of the outer lower shell section 78. The roller assemblies 180 at the 4 and 8 o'clock positions, both fore and aft, are also removed (see Figure 19). It will be appreciated that the weight of the lower inner shell section 72 is thus transferred to the cradle pins 104 and to the lower outer shell section 78 via the alignment structure 88 supported by the lower outer shell section 78. The upper inner shell section 70 is then installed by securing it to the lower inner shell section along the horizontal splitline.

By manipulating the adjusting rods of the alignment structure, the inner shell can be located vertically and horizontally in a radial plane, displaced axially and inclined or canted. At this stage of the installation, it will be appreciated that the entire inner shell is supported on the four cradle pins 104 of the alignment structure 88 and that the alignment structure, in turn, is supported solely by the lower outer shell section 78. To displace the inner shell relative to the outer shell in a vertical direction, the vertically extending adjusting rods 138, 140, 160 and 162 are rotated and hence threaded to displace the frame 100 relative to the mounts 110 and 112. This displacement, in turn, displaces the cradle pins 104 and the inner shell carried thereby vertically relative to the outer shell. To effect a lateral or transverse movement, the adjusting rod 126 is rotated and hence threaded, causing the cradle pins 104 to shift laterally relative to the mounts 110 and 112. Because the cradle pins carry the inner shell, the inner shell is shifted laterally relative to the lower outer shell section 78 by the adjusting rod 126. To displace the inner shell axially, the adjusting rods 128 and 152 are screwthreaded, causing the frame 100 to be displaced axially relative to the mounts 110 and 112. Consequently, the cradle pins 104 also carry the inner shell for axial displacement relative to the outer shell. By differentially adjusting the fore and aft vertical rods 138, 160 and 140, 162, respectively, the inner shell can be inclined relative to the outer shell.

When the alignment of the inner shell is completed relative to the lower outer shell section 78 and the rotor axis, the upper outer shell 76 is installed and secured to the lower outer shell section 78 along the horizontal splitline (see

Figure 20). The support pins 54 are then inserted into the outer shell at the 4, 8, 10, 11, 1 and 2 o'clock positions to fix the inner shell in its adjusted aligned position relative to the outer shell. With the inner shell fixed, the cradle pins 104 are withdrawn from the inner shell. The alignment structure 88 is then removed by removing the mounts 110 and 112 from the lower outer shell section (see Figure 20). Once the alignment fixture 88 has been removed, the final support pins 54 are inserted at the fore and aft 5 and 7 o'clock positions to engage between the lower outer shell and the lower inner shell, as illustrated in Figure 21.

The foregoing disassembly and assembly procedures have been described with respect to an existing turbine, for example, a turbine in the field in need of maintenance or repair. The alignment fixture may also be utilized for initial manufacture of the turbine. Thus, referring to Figure 22, there is illustrated the lower outer shell section 78 with the roller assemblies 180 inserted into the lower outer shell access openings at the 4 and 8 o'clock positions. The access openings at the 5 and 7 o'clock positions remain open. The lower inner shell section 72 may then be lowered into the lower outer shell section 78 and supported on the roller assemblies 180 at the 4 and 8 o'clock positions. Referring to Figure 23, the alignment fixture 88 is then secured to the lower outer shell section 78 by bolting the left and right-hand mounts 110 and 112, respectively, to the bolt circles on the lower outer shell section 78. The cradle pins 104 may then be driven upwardly through the vacant access openings in the lower outer shell section 78 to engage in the recesses 50 and 52 of the lower inner shell section 72. At this stage of the factory installation procedure, the rotor may be installed into the lower half of the turbine shell.

Referring to Figure 24 and with the rotor installed in the lower half of the turbine shell, the upper inner shell section 70 is lowered and secured to the lower inner shell section 72 at the horizontal splitline. With the inner shell sections 70 and 72 secured together, the roller assemblies 180 at the 4 and 8 o'clock positions are removed. Their removal transfers the weight of the entire inner shell to the cradle pins 104 of the alignment fixture. Thus, the

entire inner shell is supported by the lower outer shell section 78 through the alignment fixture 88 and the cradle pins 104 inserted in the recesses 50 and 52. With the upper outer shell section 76 removed, the inner shell can now be adjusted longitudinally, laterally, vertically and about a transverse axis by manipulation of the adjusting rods similarly as previously described with respect to the field assembly procedure.

Referring to Figure 25, and with the inner shell adjusted relative to the lower outer shell section, the upper outer shell section is secured to the lower outer shell section at the horizontal splitline. Also, with the alignment fixture 88 secured to the lower outer shell section 78, and the inner shell in adjusted position, the support pins 54 are inserted at the 1, 2, 4, 8, 10 and 11 o'clock positions as illustrated. The pins are secured to the corresponding outer shell sections with their pin projections residing in the recesses or sockets of the inner shell. With the support pins 54 in the foregoing described locations, the cradle pins 104 of the alignment fixture 88 can be withdrawn from the recesses of the inner shell. The weight of the inner shell is transferred to the support pins. The alignment fixture 88 is then removed from the lower outer shell section 78 by unbolting the mounts 110 and 112 from the lower outer shell section 78. As illustrated in Figure 26, the pins 54 at the 5 and 7 o'clock positions are then inserted into the now-vacant access openings in the lower outer shell section 78 to engage in the corresponding recesses of the inner shell, thus completing the assembly of the turbine.

While the invention has been described in connection with what is presently considered to be the most practical and preferred embodiment, it is to be understood that the invention is not to be limited to the disclosed embodiment, but on the contrary, is intended to cover various modifications and equivalent arrangements included within the spirit and scope of the claims.

4. Brief Description of Drawings

FIGURE 1 is a fragmentary cross-sectional view of first and second stages of a turbine incorporating an inner and outer shell construction;

FIGURE 2 is a perspective view of an inner shell with the nozzles and shrouds not shown for clarity;

FIGURE 3 is an axial schematic end view illustrating a preferred pinned connection between the inner and outer shells;

FIGURE 4 is a perspective view of a roller cage assembly and alignment fixture for installing and aligning, respectively, the inner shell within the outer shell and concentric about the axis of the turbine rotor;

FIGURE 5 is a perspective view of the alignment fixture in part broken away for ease of illustration;

FIGURES 6-14 are schematic axial elevational views illustrating the field disassembly of the upper outer shell section and the inner shell sections from the turbine with the rotor disposed within the turbine;

FIGURES 15-21 are schematic axial elevational views illustrating the field assembly of the inner shell and the upper out shell section; and

FIGURES 22-26 are schematic axial elevational views illustrating factory assembly of the turbine.

Fig. 1

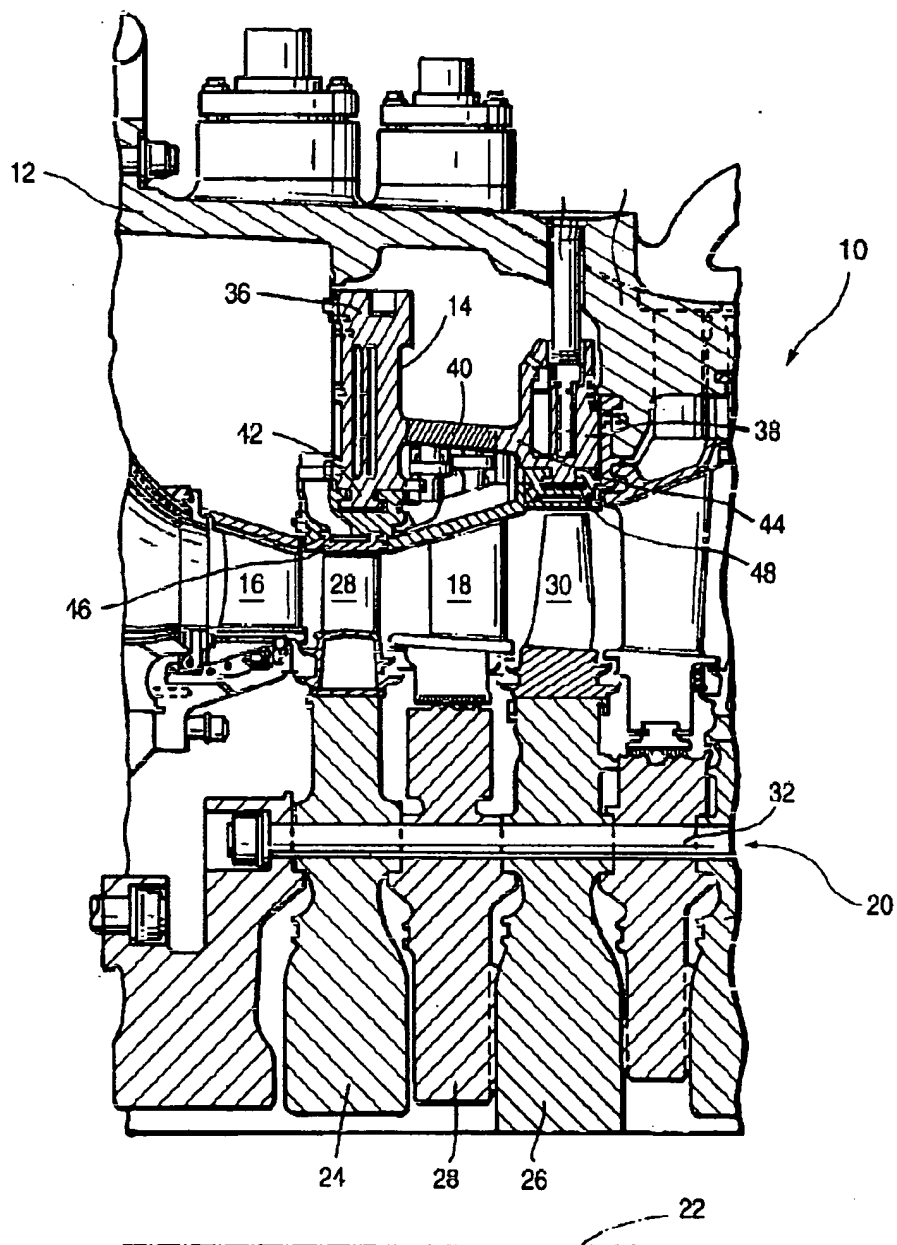


Fig. 2

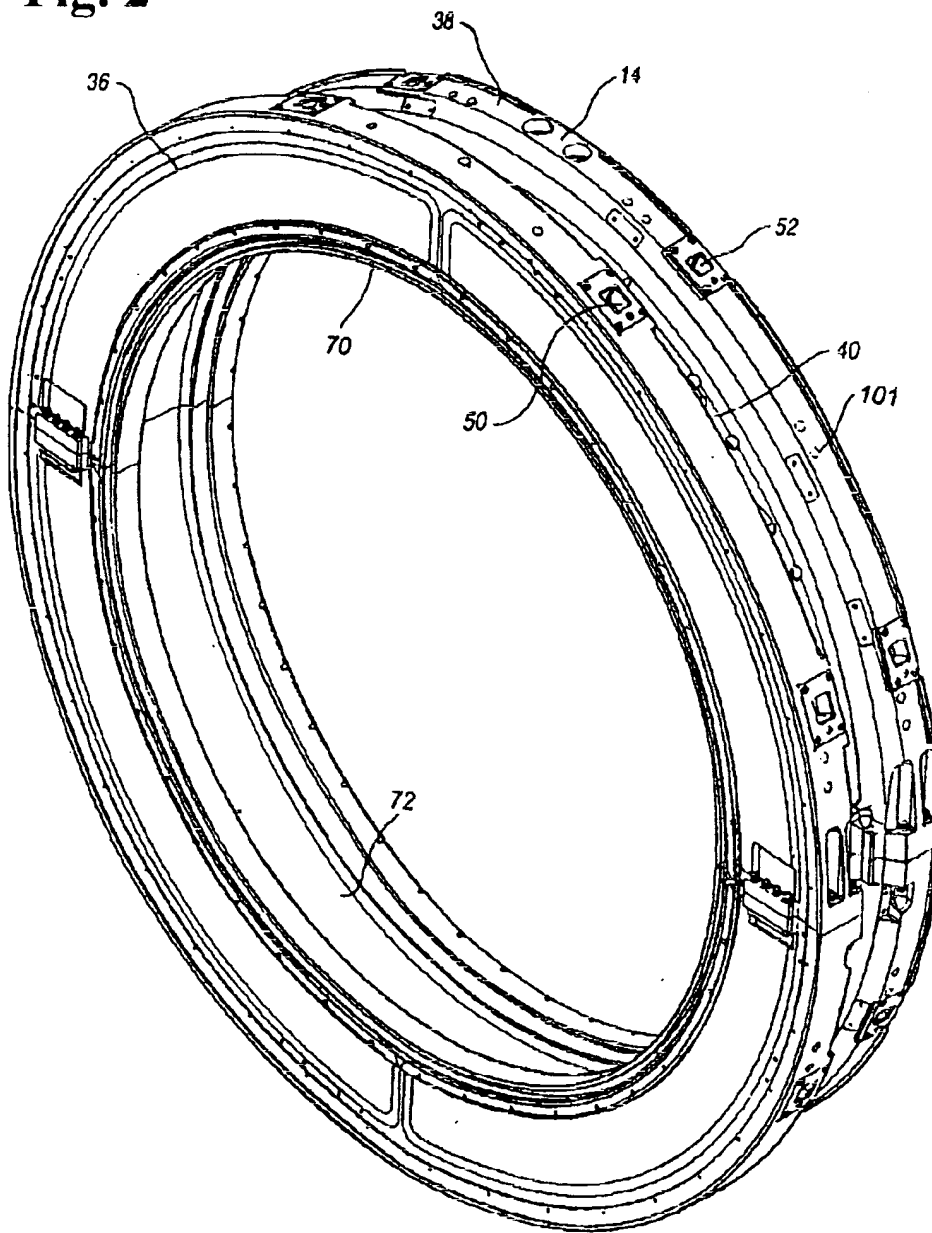


Fig. 3

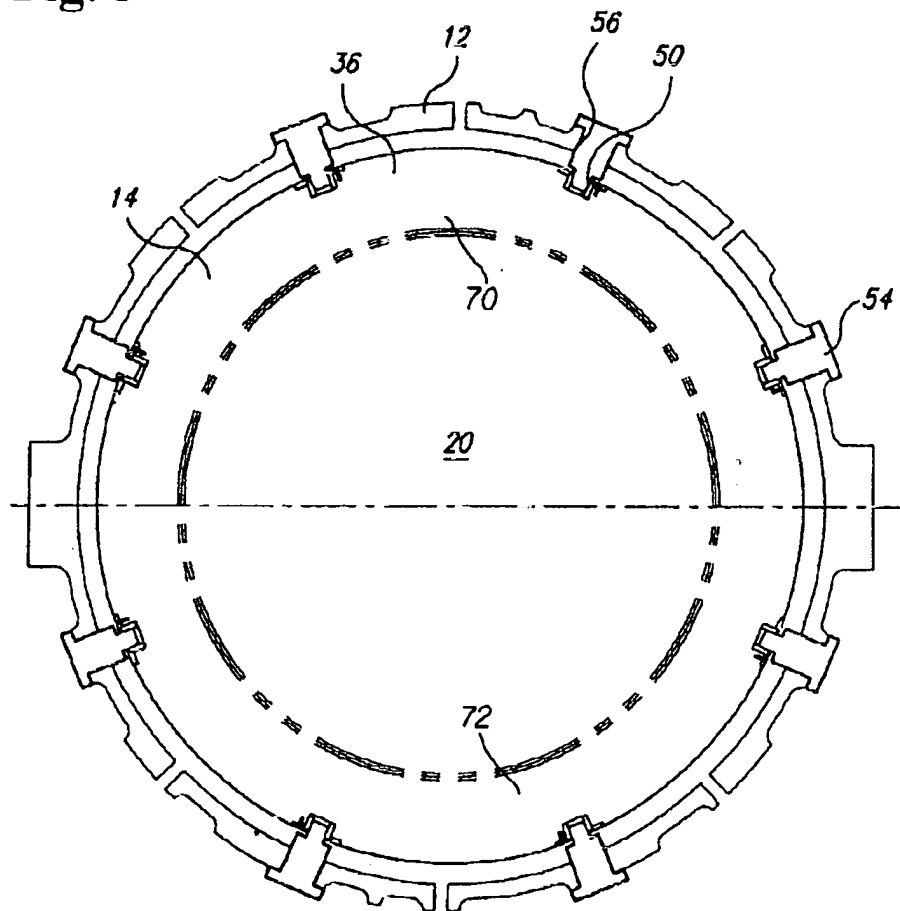


Fig. 4

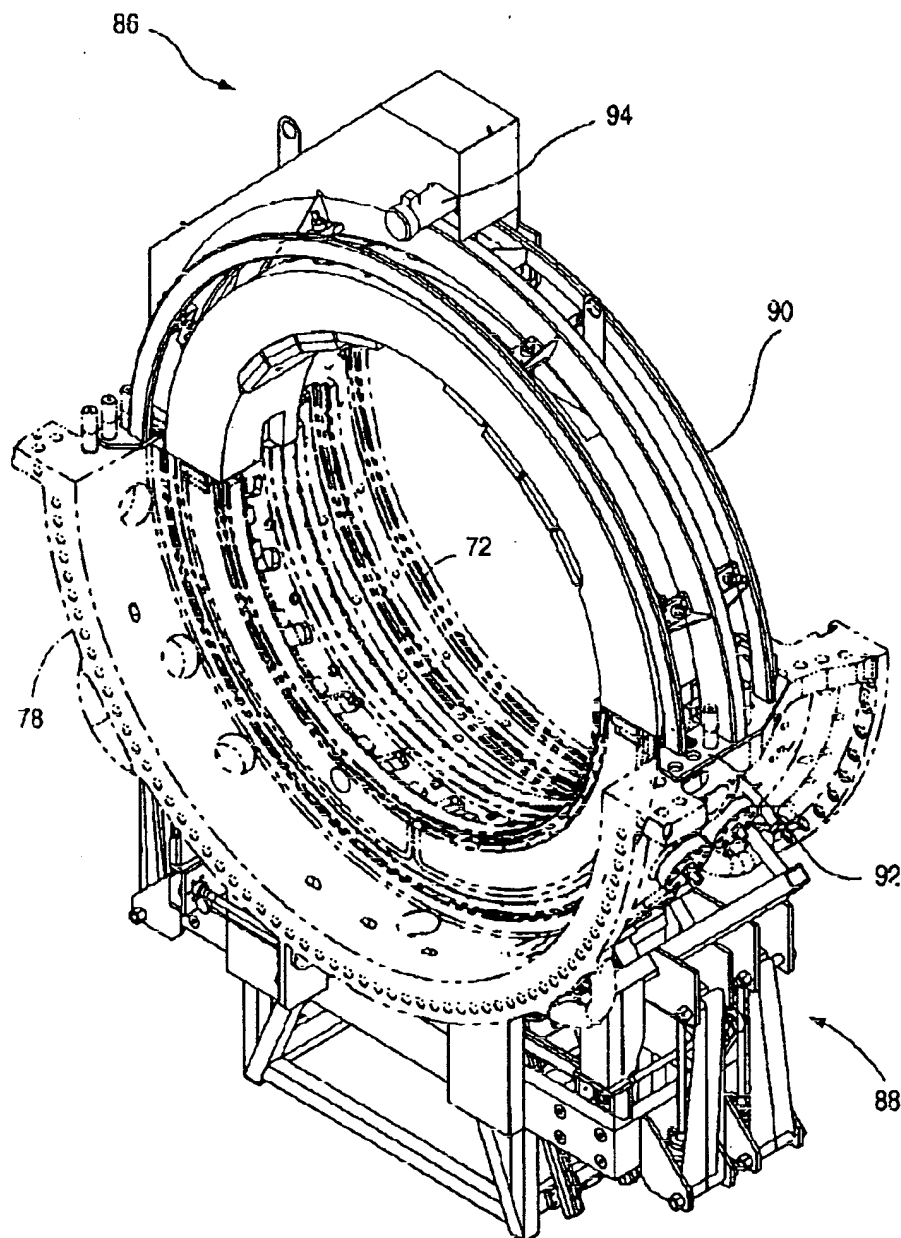


Fig. 6

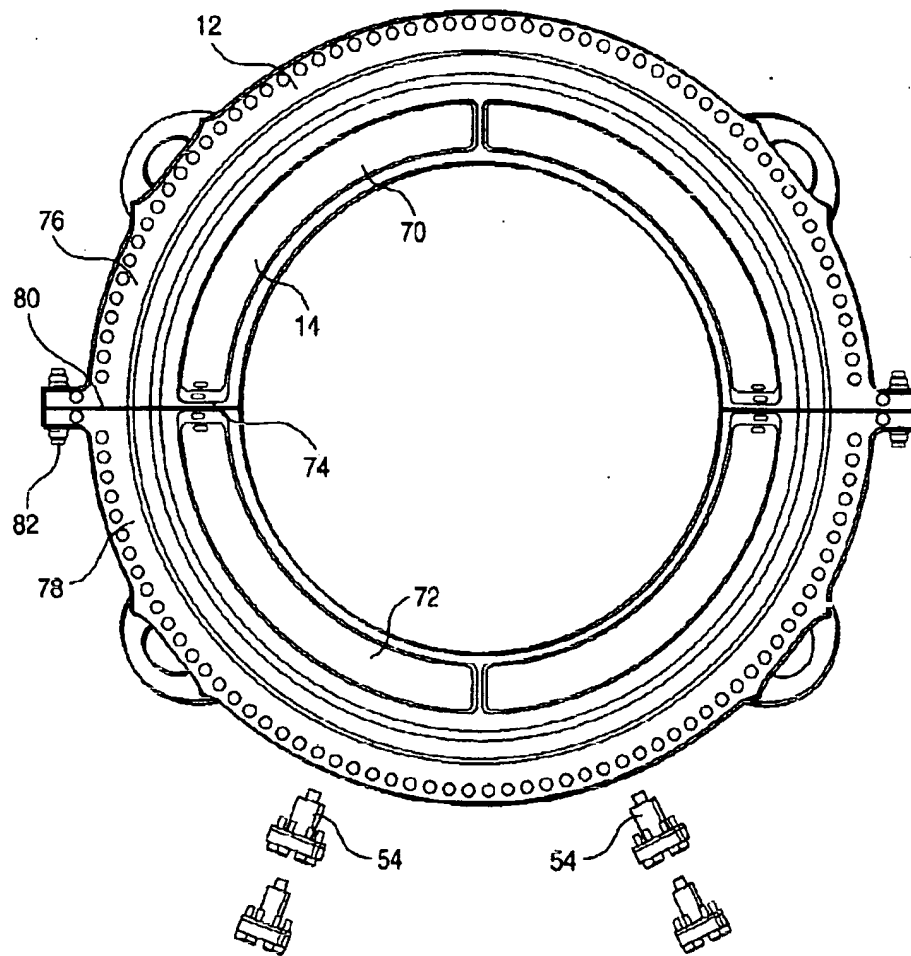


Fig. 7

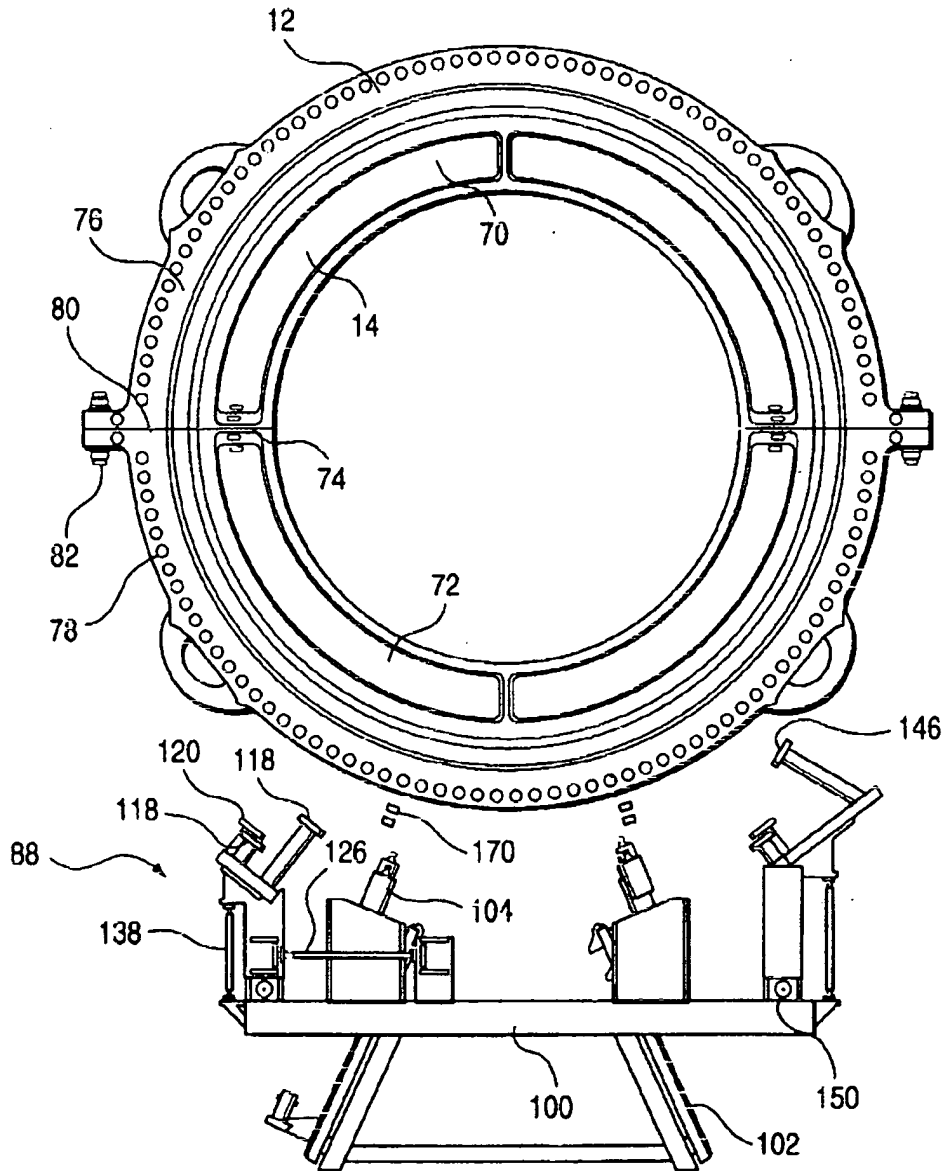


Fig. 8

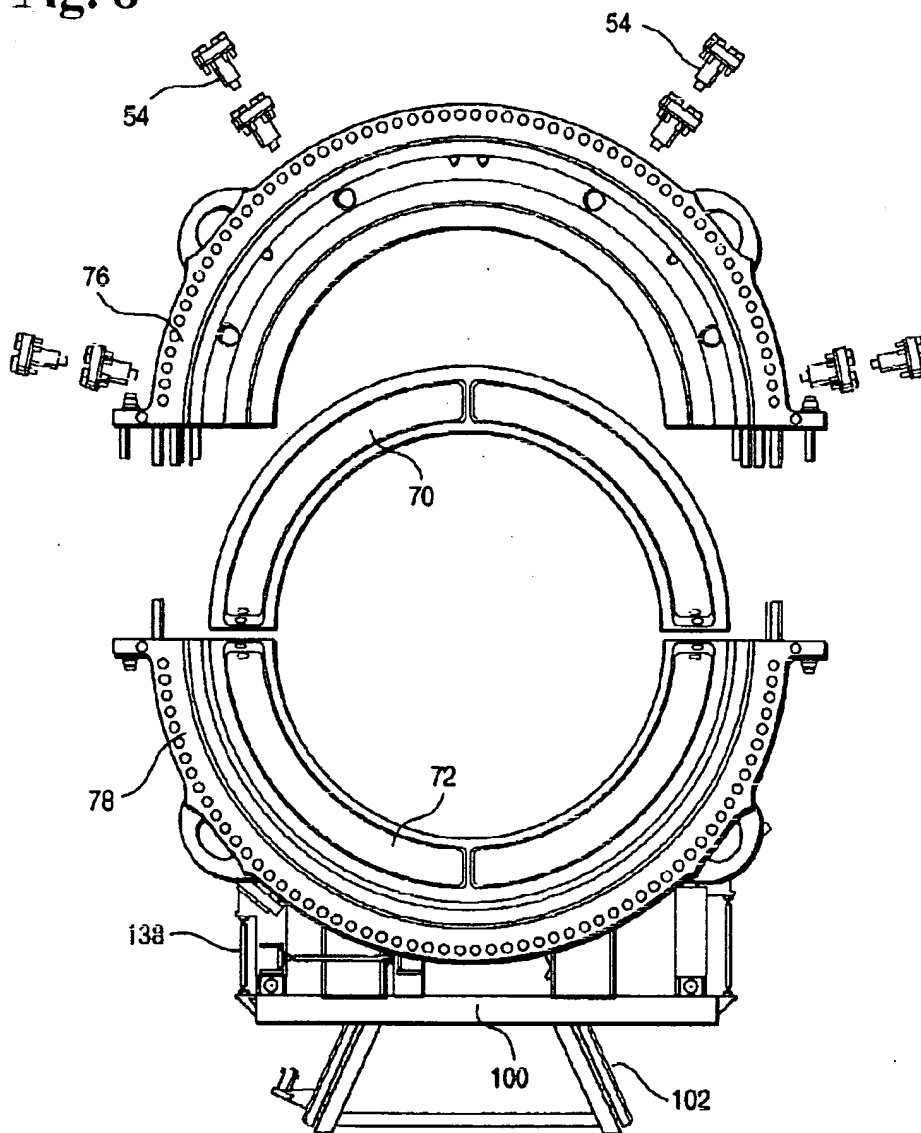


Fig. 9

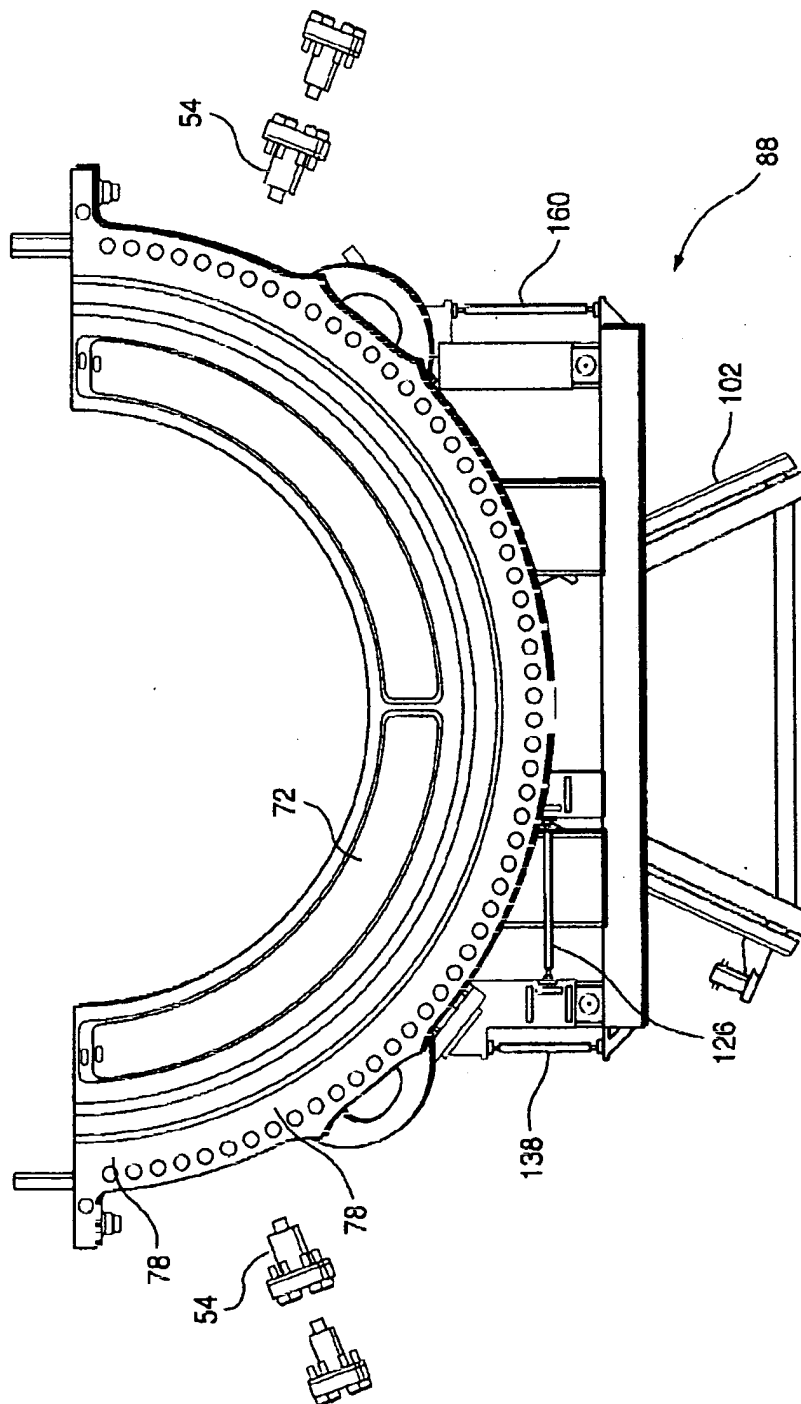


Fig. 10

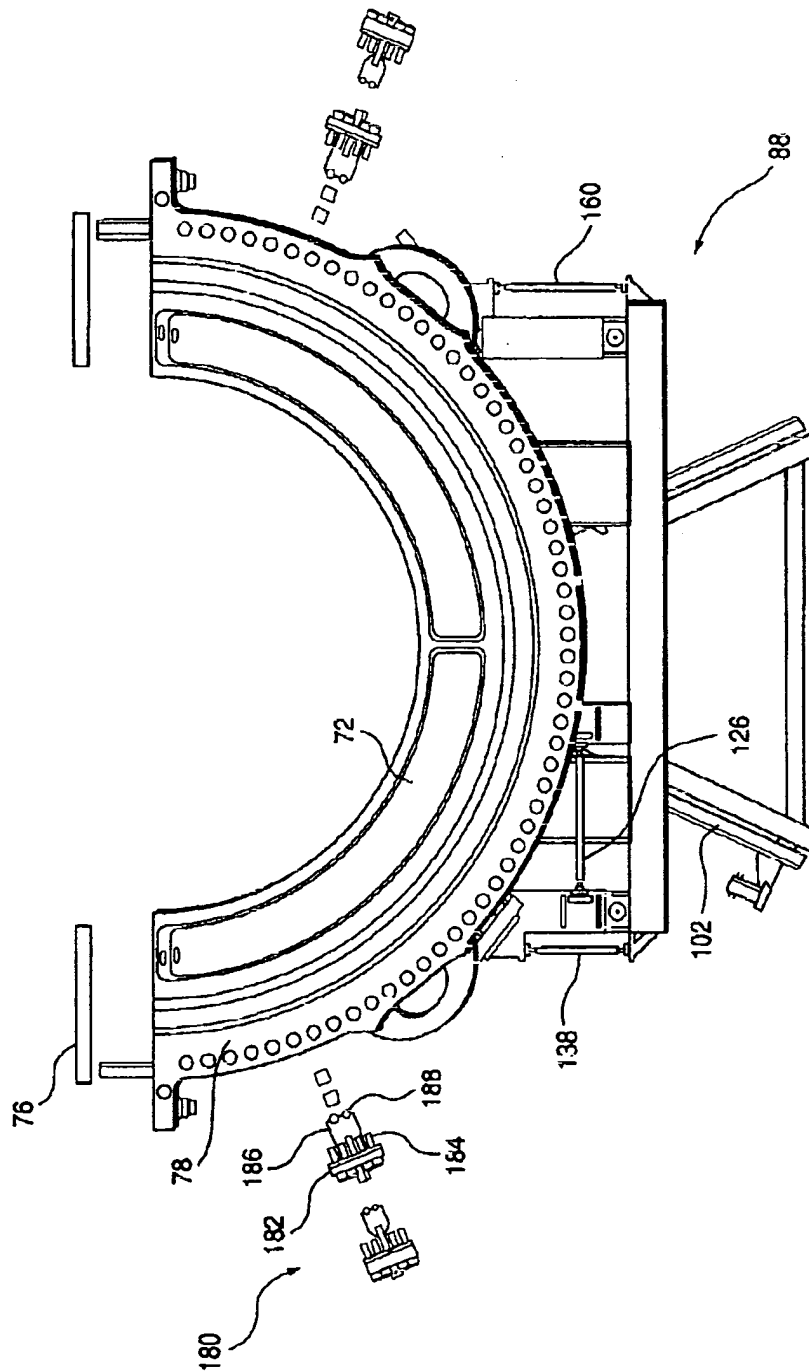


Fig. 11

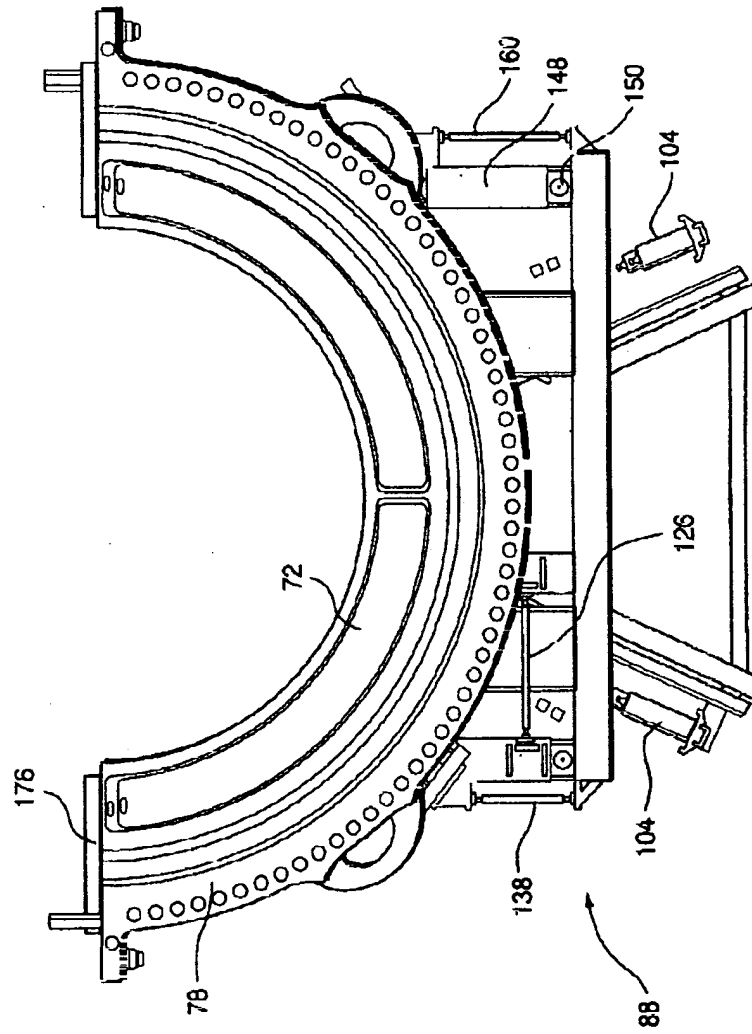


Fig. 12

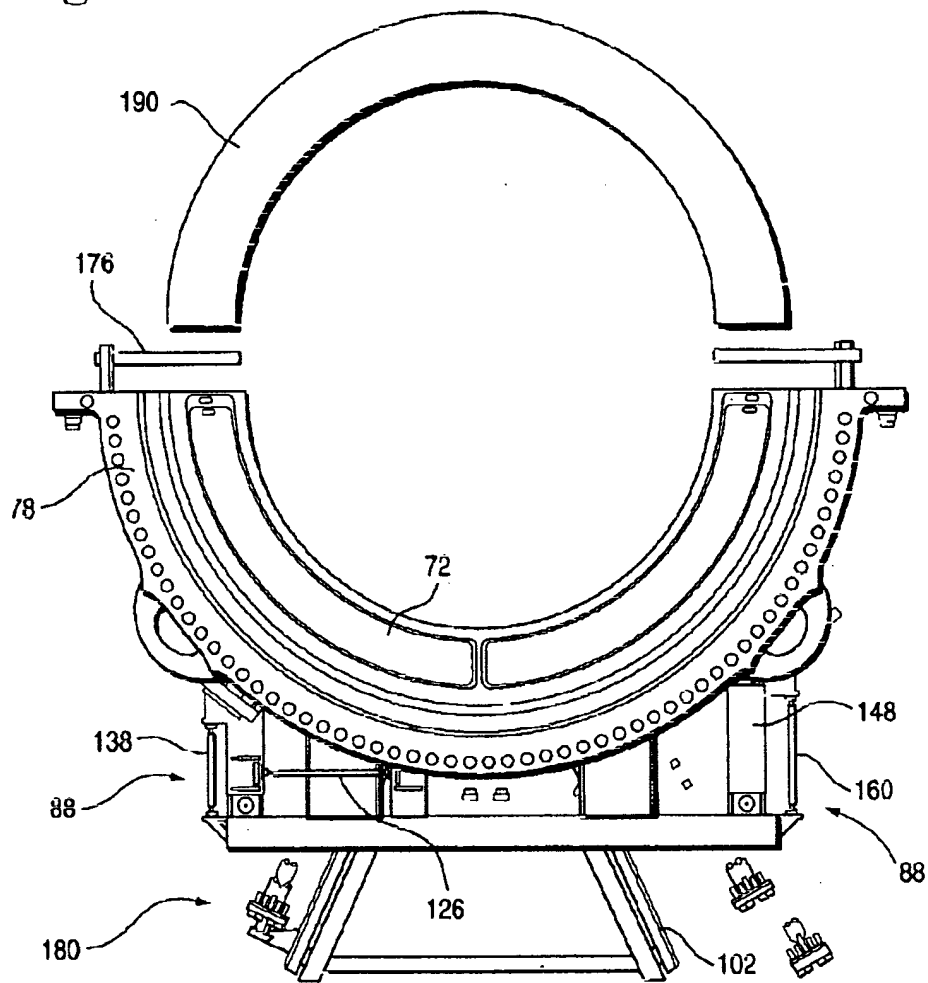


Fig. 13

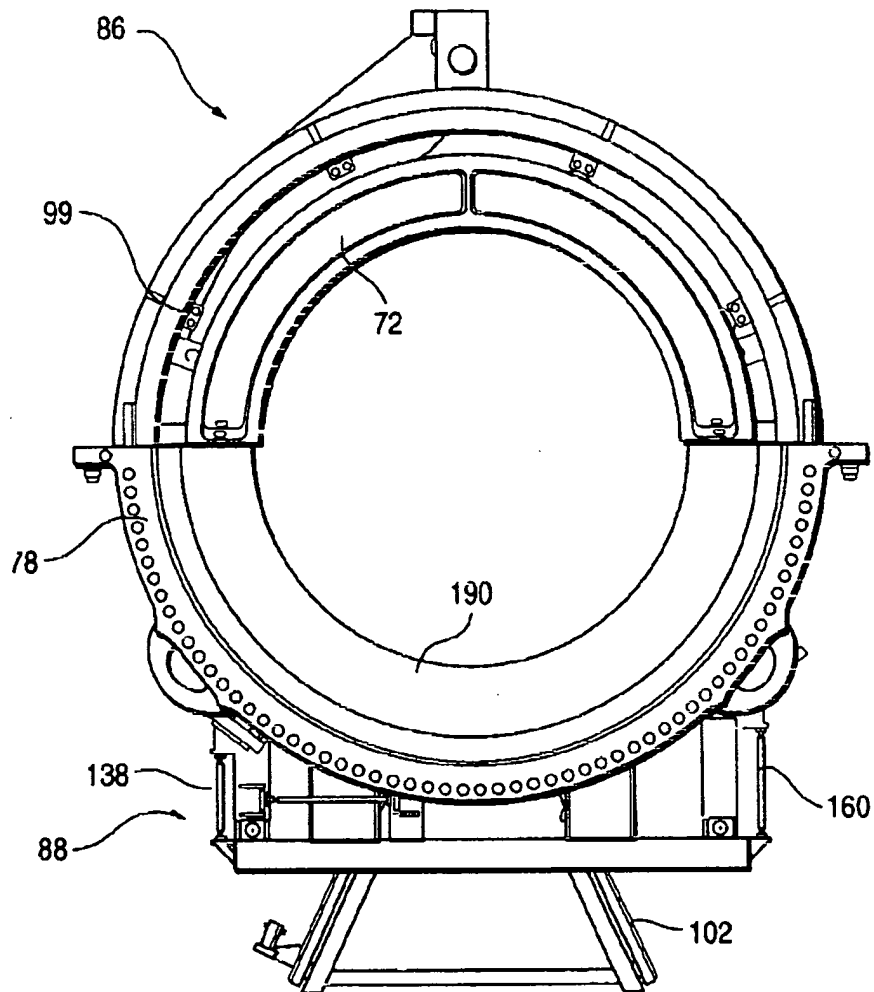


Fig. 14

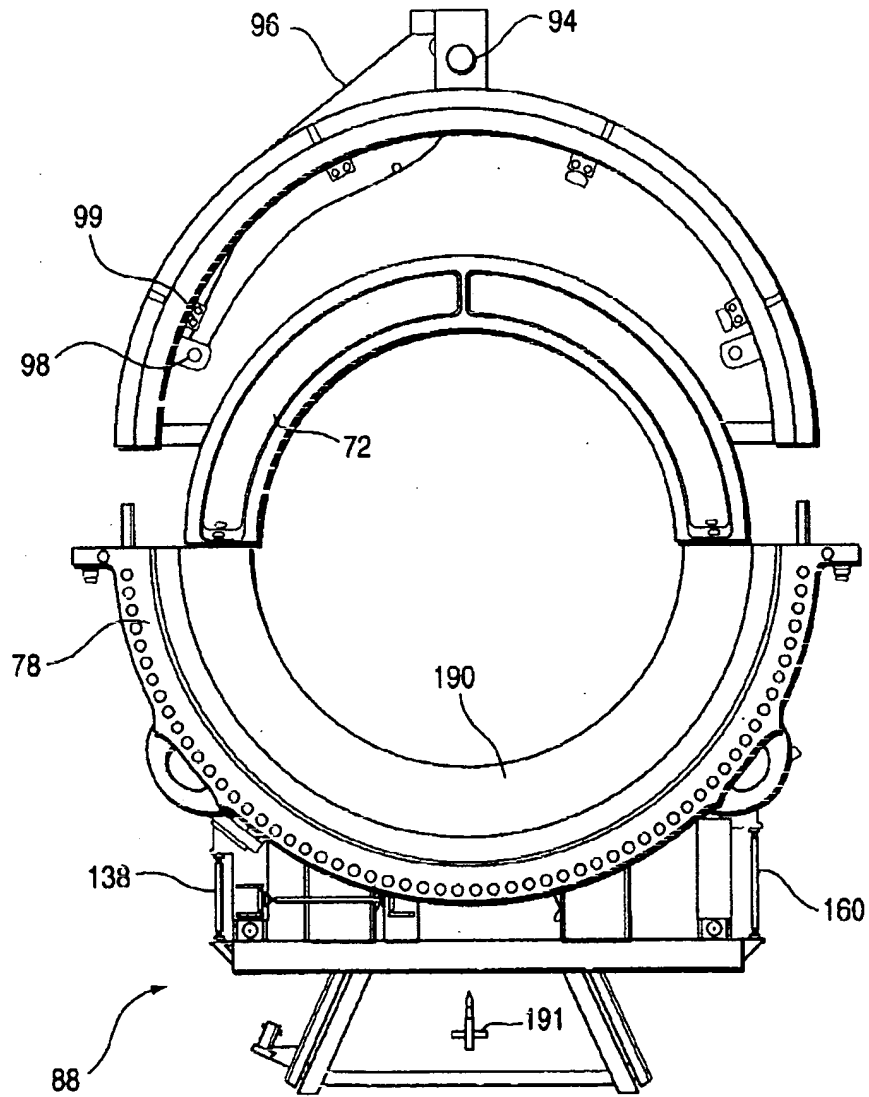


Fig. 15

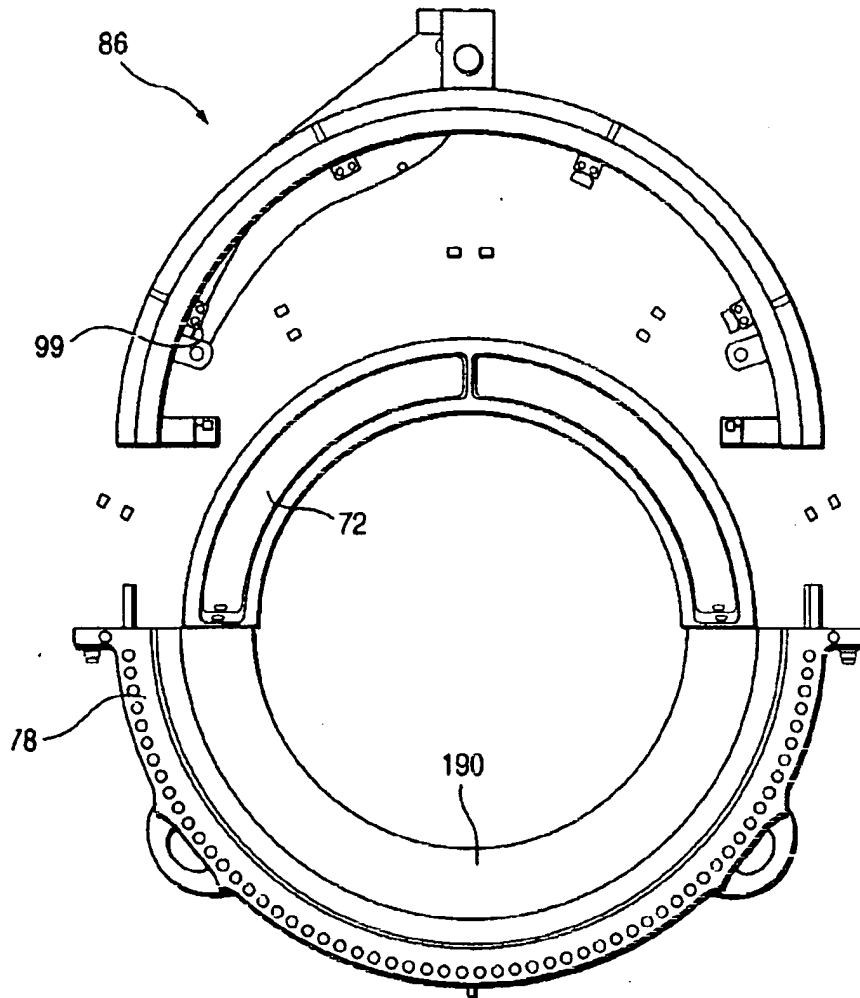


Fig. 16

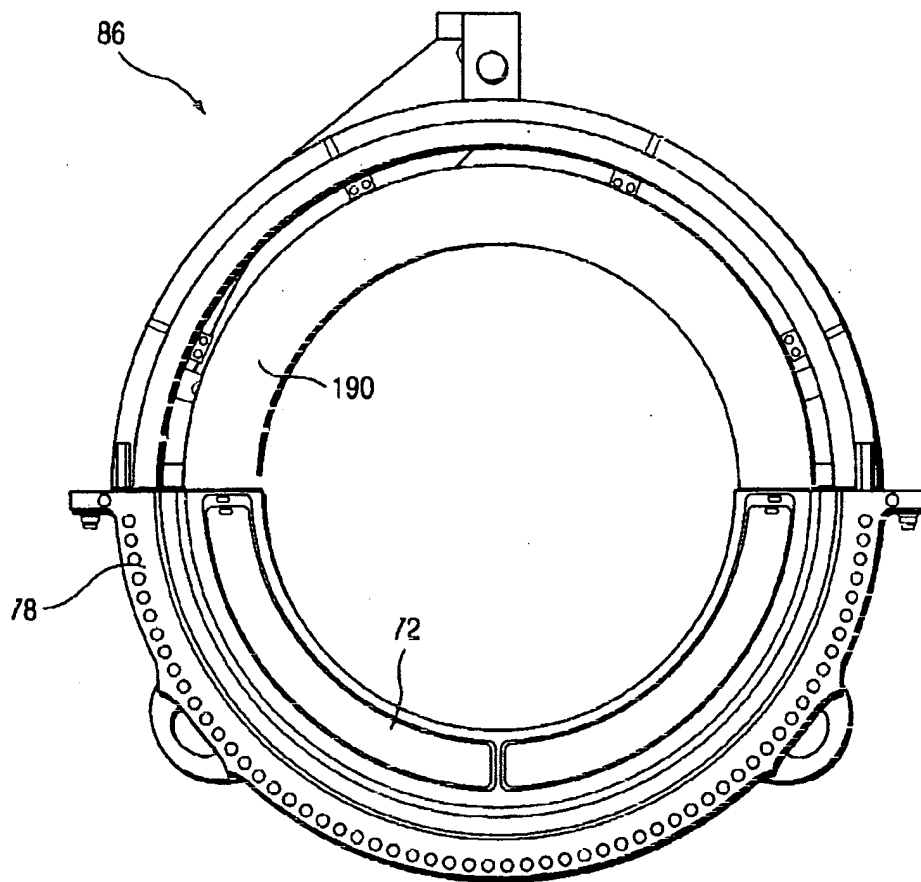


Fig. 17

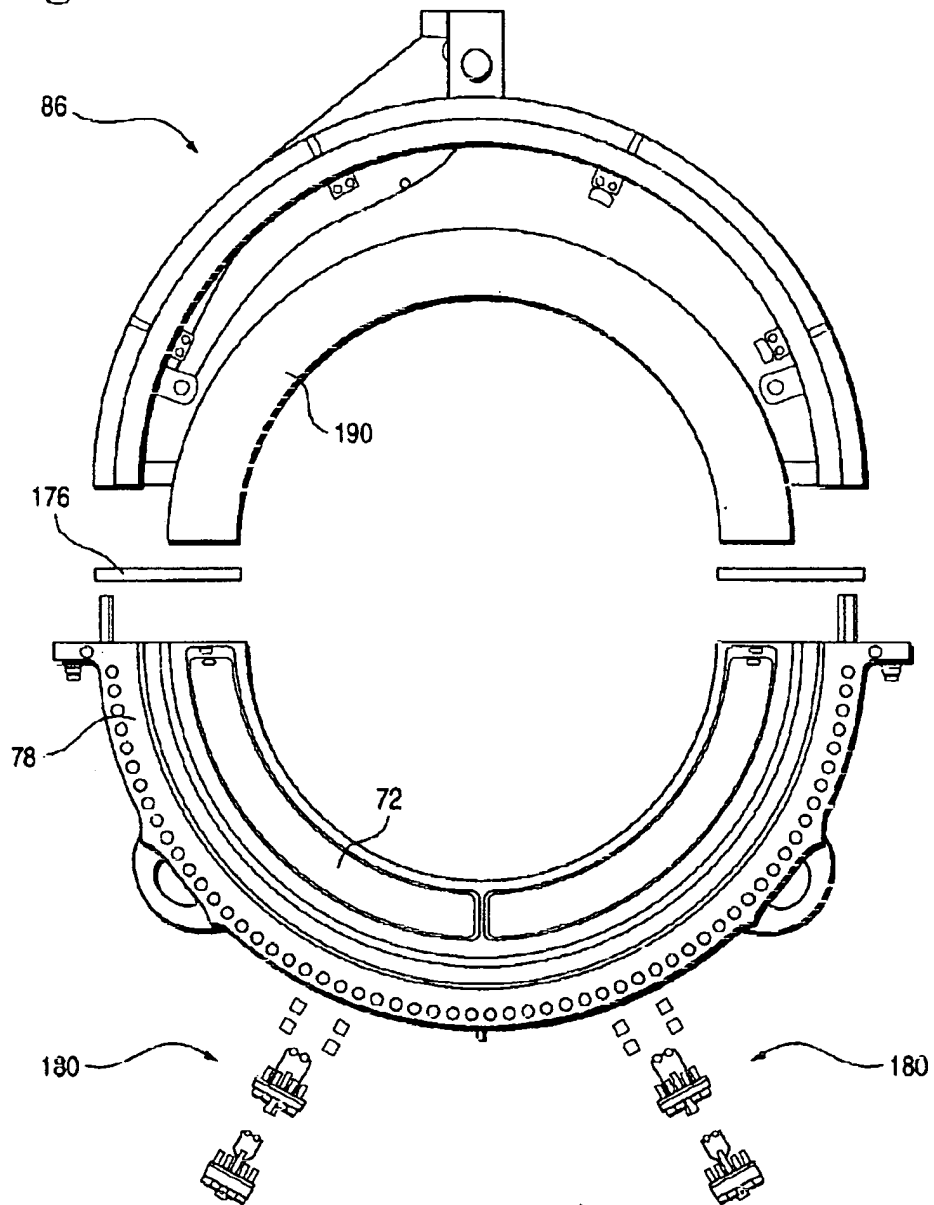


Fig. 18

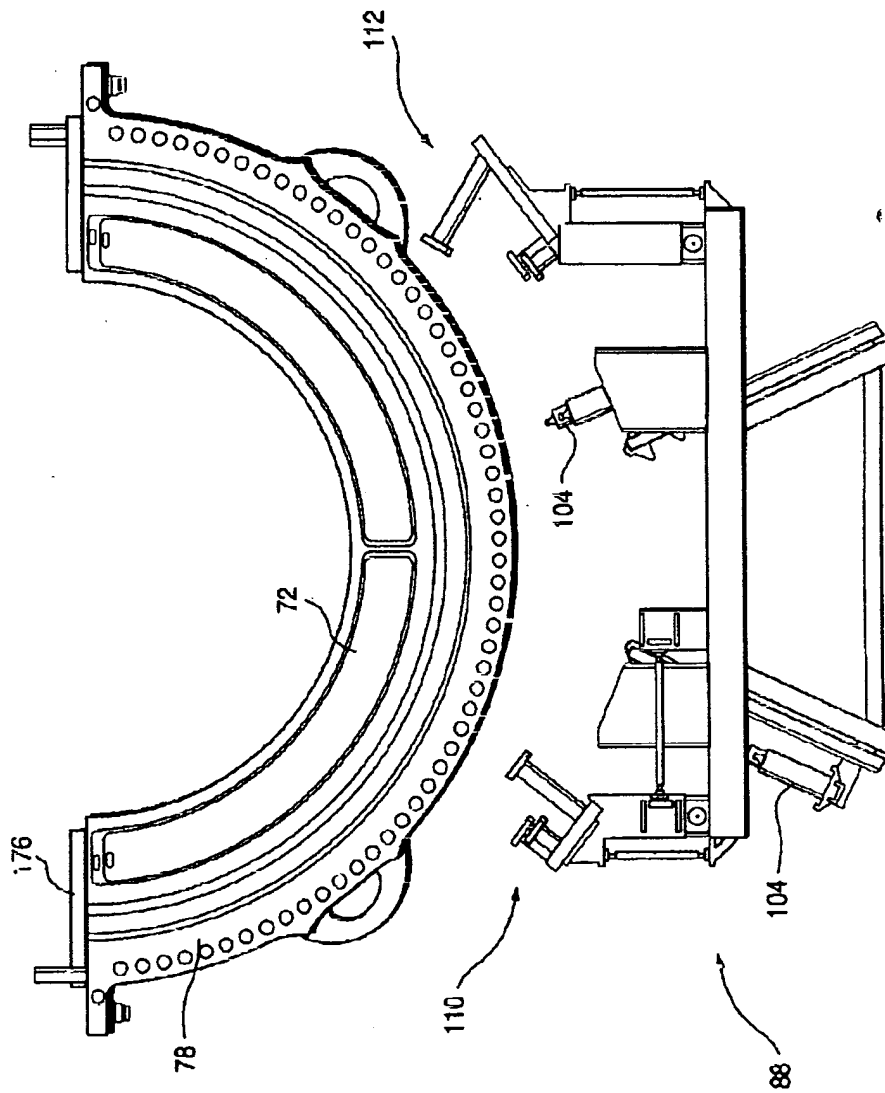


Fig. 19

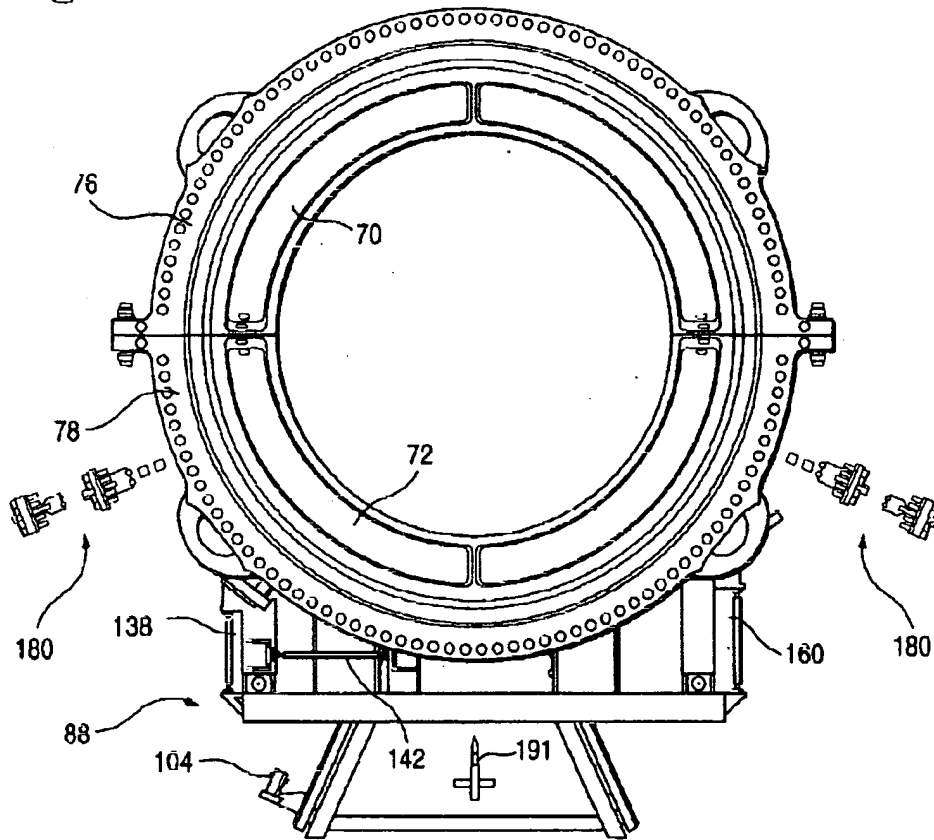


Fig. 20

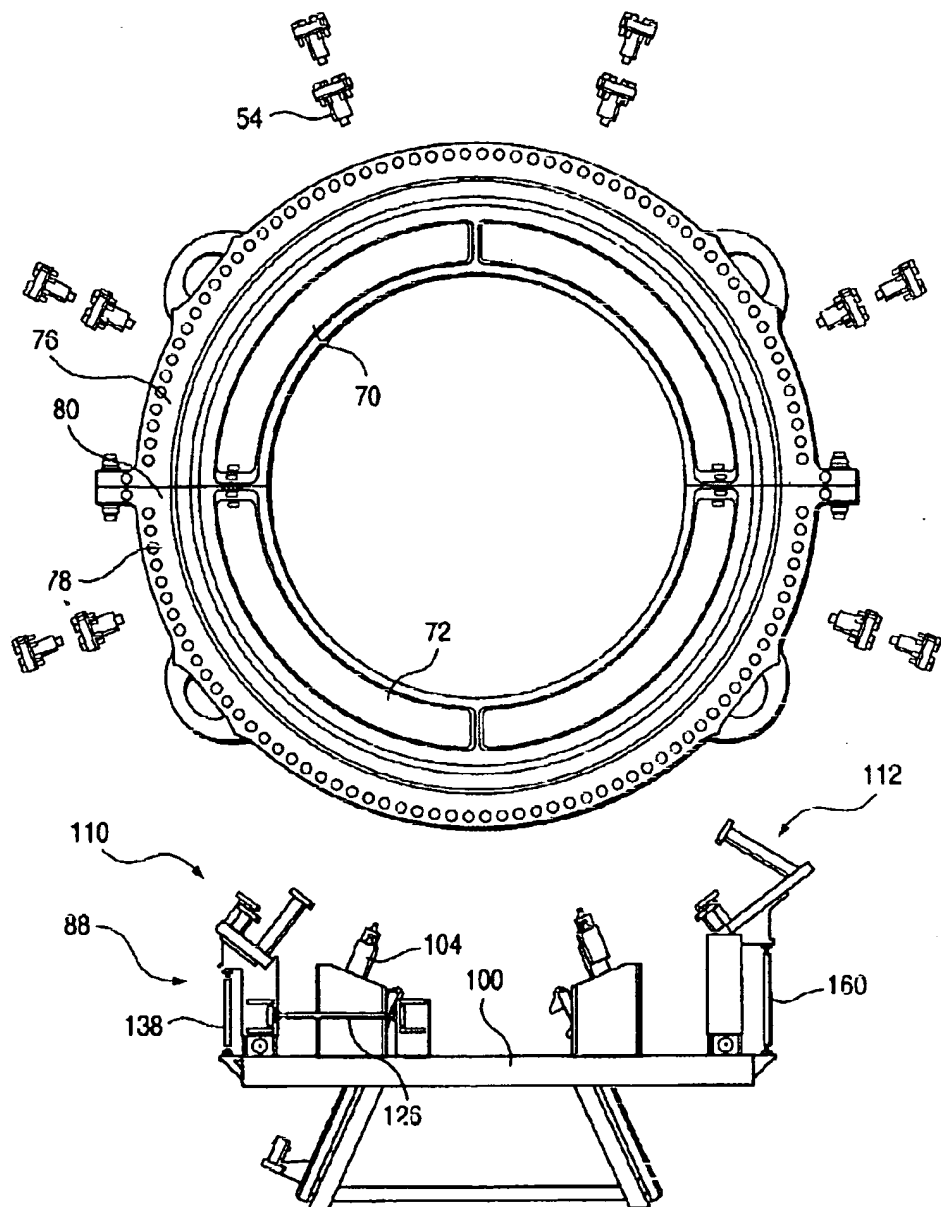


Fig. 21

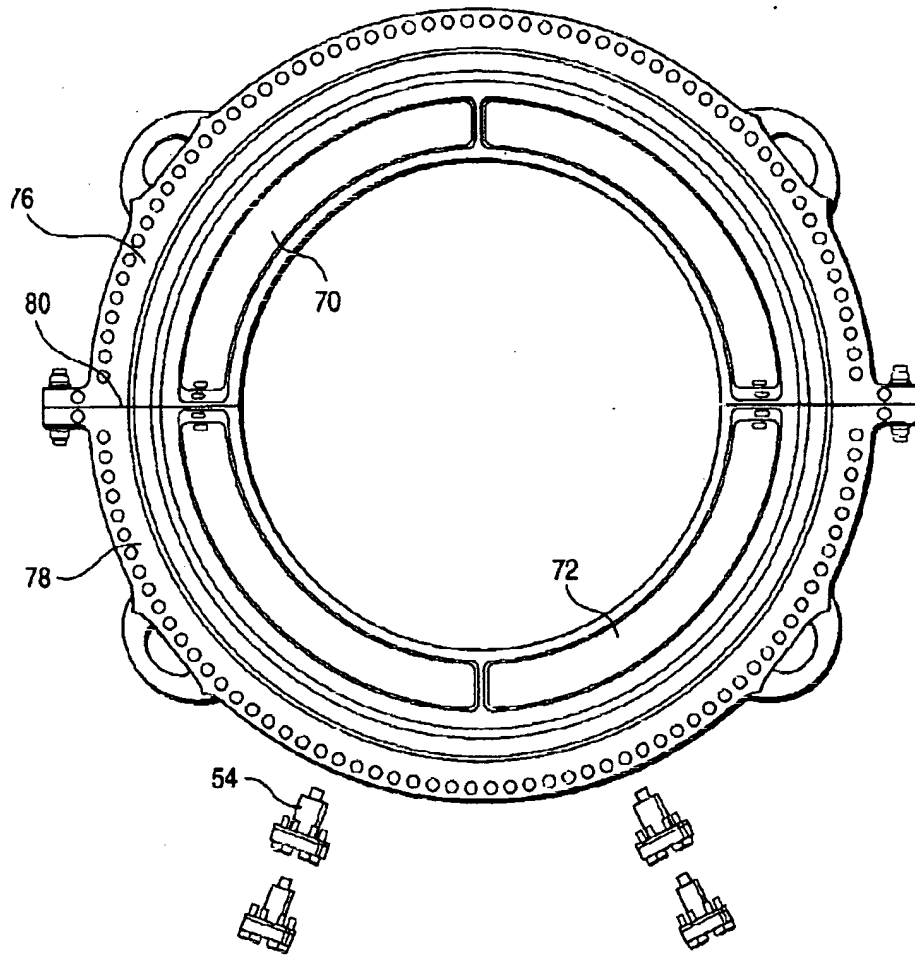


Fig. 22

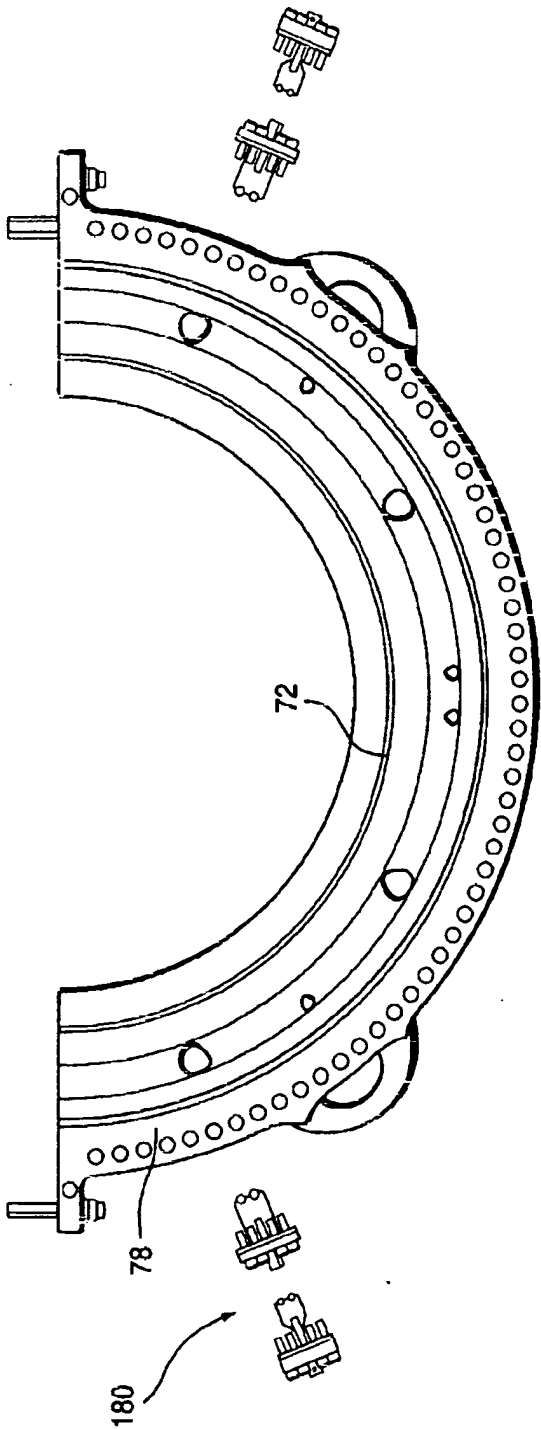


Fig. 23

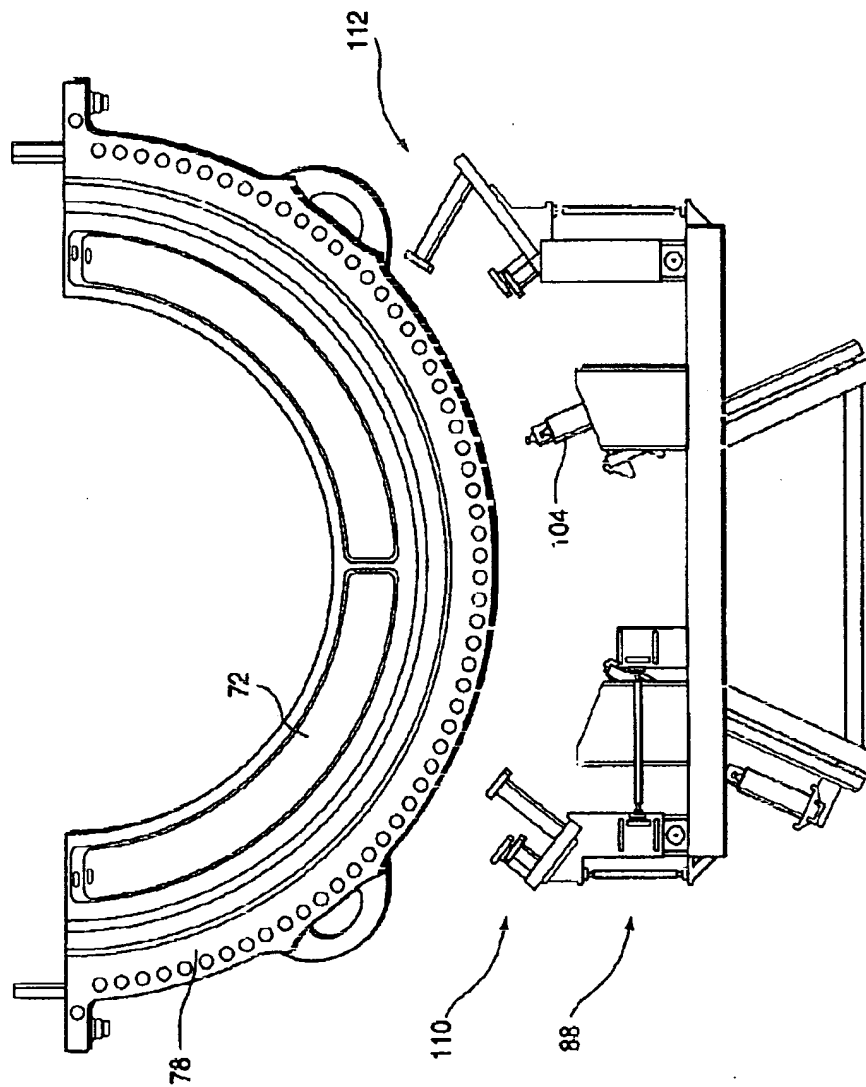


Fig. 24

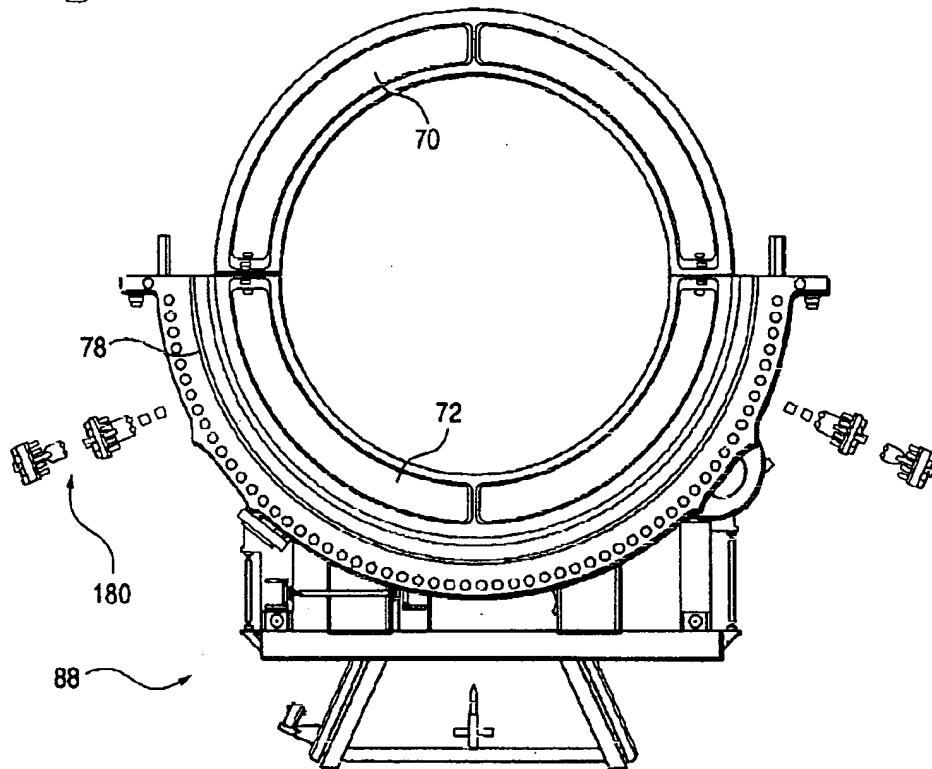


Fig. 25

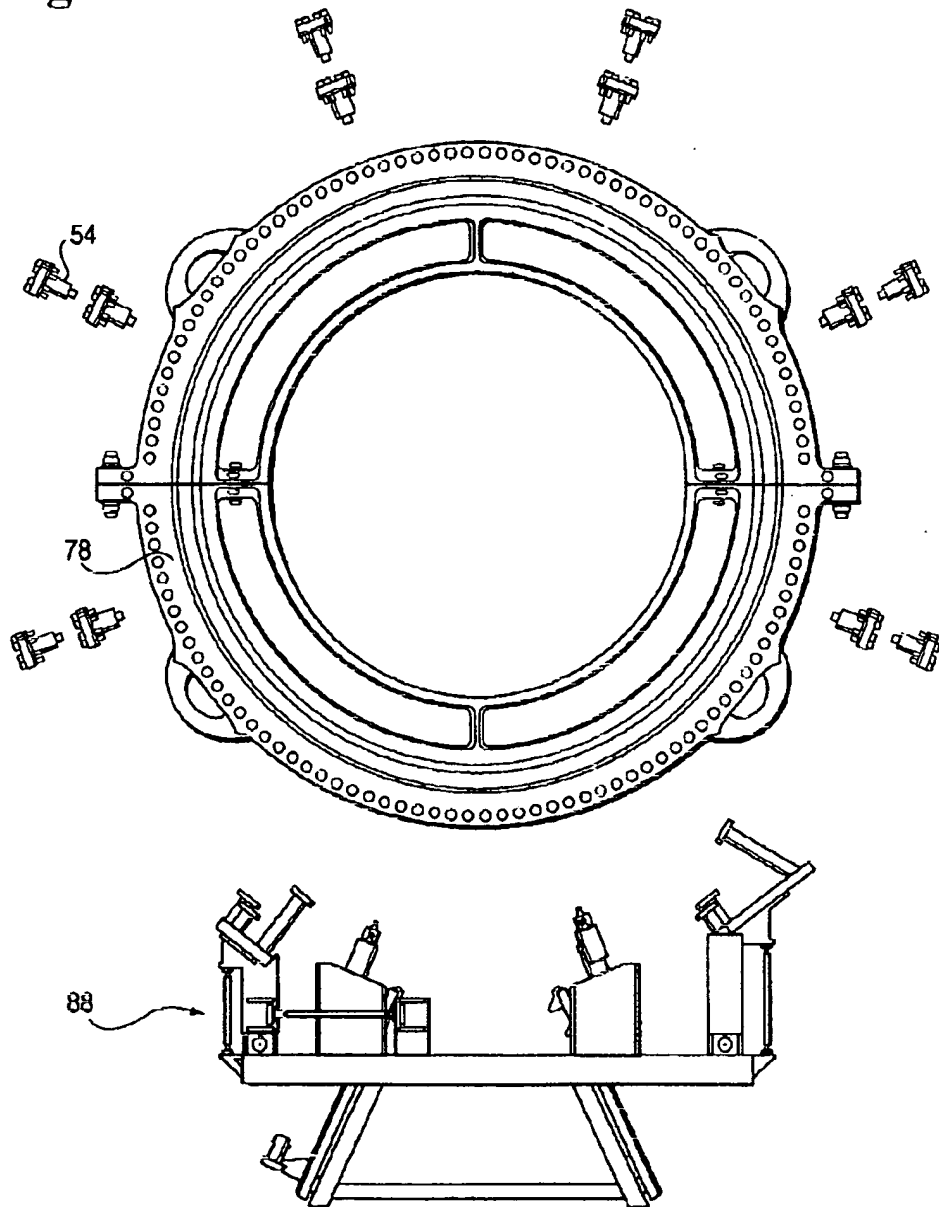
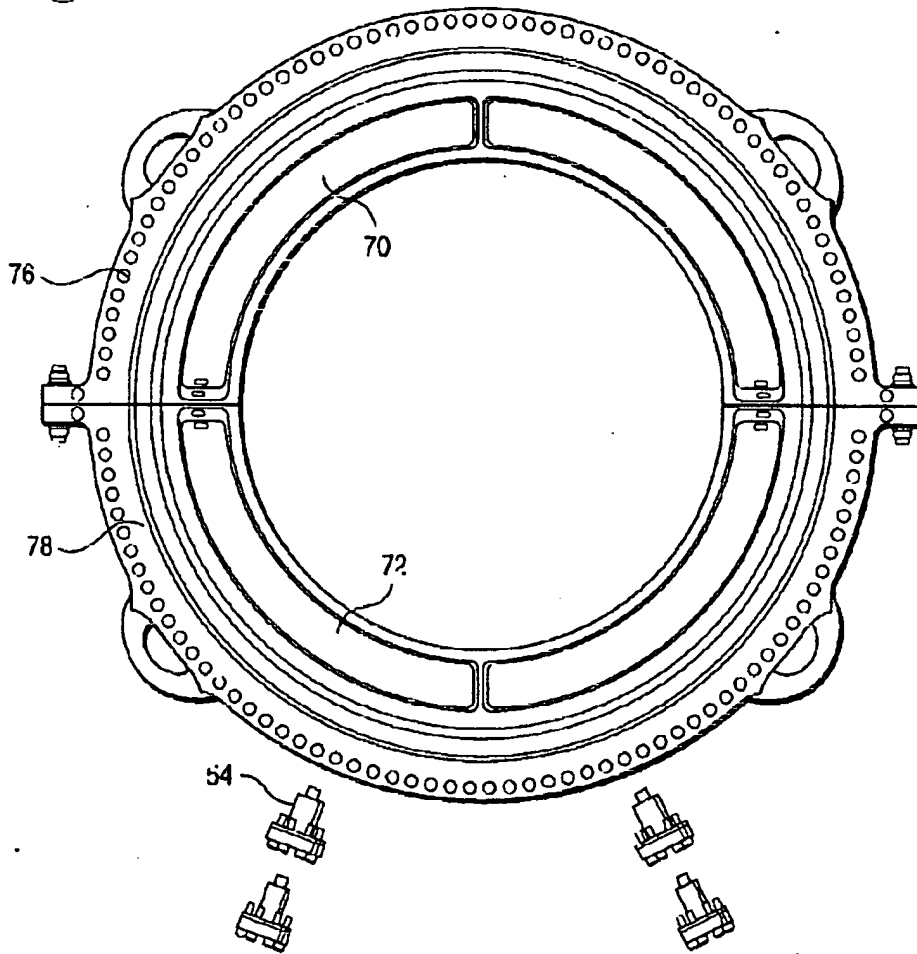


Fig. 26



1. Abstract

A turbine includes upper and lower inner shell sections (70, 72 and 76, 78) mounting the nozzles and shrouds and which inner shell (14) is supported by pins (54) secured to a surrounding outer shell (12). To disassemble the turbine for access to the inner shell sections and rotor (20), an alignment fixture (88) is secured to the lower outer shell section and has pins (104) engaging the inner shell section. To disassemble the turbine, the inner shell weight is transferred to the lower outer shell section via the alignment fixture (88) and cradle pins (104). Roller assemblies (180) are inserted through access openings vacated by support pins to permit rotation of the lower inner shell section out of and into the lower outer shell section during disassembly and assembly. The alignment fixture includes adjusting rods (138, 140, 152, 160, 162, 126) for adjusting the inner shell axially, vertically, laterally and about a lateral axis. A roller over-cage (86) is provided to rotate the inner shell and a dummy shell (190) to facilitate assembly and disassembly in the field.

2. Representative Drawing: Figure 8